

Mikko Leskinen

Teräsbetonisen ylikulkusillan reunapalkin uusiminen

Opinnäytetyö

Kevät 2016

SeAMK Tekniikka

Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö

Tutkinto-ohjelma: Rakennustekniikan koulutusohjelma

Suuntautumisvaihtoehto: Talonrakennustekniikka

Tekijä: Mikko Leskinen

Työn nimi: Teräsbetonisen ylikulkusillan reunapalkin uusiminen

Ohjaaja: Martti Perälä

Vuosi: 2016

Sivumäärä: 62

Liitteiden lukumäärä: 6

Opinnäytetyössä käydään läpi teräsbetonisen ylikulkusillan reunapalkin uusimisessa huomioitavia asioita ja vaurioiden syntymistä. Reunapalkin uusiminen on suuri työ, minkä vuoksi vaurion annetaan edetä varsin pitkälle. Korjaustöihin aletaan yleensä vasta, kun pääteräkset ovat näkyvissä.

Työn tavoitteena on antaa yleispätevät ohjeet korjaustyöhön ryhtyville työnjohtajille ja työntekijöille. Työssä on esitetty ohjeita liittyen työmenetelmiin ja -vaiheisiin, tarvittaviin resursseihin, työturvallisuuteen ja liikennejärjestelyihin. Lisäksi liitteinä on myös esimerkkilaskelma sillan korjauskustannuksista ja töiden aikataulutuksesta.

Opinnäytetyössä ei käsitellä yksittäistä sillankorjauskohdetta, vaan ohjeita on mahdollista soveltaa useimmissa kohteissa. Työhön ei sisälly rakenteiden mitoittamista tai muita siltojen rakenteita.

Avainsanat: teräsbetoni, tienrakennus, korjausrakentaminen, sillat, sillanrakennus

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Technology

Degree programme: Construction Engineering

Specialisation: Building Construction

Author: Mikko Leskinen

Title of thesis: Renovating the edge beam of a reinforced concrete overpass

Supervisor: Martti Perälä

Year: 2016

Number of pages: 62

Number of appendices: 6

The thesis dealt with things to consider when renovating the edge beam of a reinforced concrete overpass, and the emergence of damage. The renewal of an edge beam is laborious, because of which the damage is allowed to proceed quite far. Repair work is usually started only after the end bars are visible.

The purpose of the thesis was to give universal guidelines and instructions for supervisors and workers in repair work. The thesis consists of instructions relating to working methods and phases, necessary resources, safety, traffic arrangements, scheduling and material costs.

The thesis did not deal with an individual bridge renovation, but steps could be applied to most bridge renovations. The thesis does not include the dimensioning of an edge beam or any other structures.

Keywords: reinforced concrete, road building, renovation, bridges, bridge building

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	1
Thesis abstract	2
SISÄLTÖ	3
Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo	6
Käytetyt termit ja lyhenteet	7
1 JOHDANTO	8
2 VAURION KUVAUS	9
3 VAURION KORJAAMINEN	10
3.1 Korjaustöiden aloittaminen.....	10
3.2 Laatuvaatimukset.....	10
3.2.1 Olosuhteet	10
3.2.2 Rasitusluokat	11
3.2.3 Rakenneluokka ja lujuusvaatimukset.....	14
3.2.4 Pakkasekestävyysvaatimukset	14
3.2.5 Tiiviysvaatimukset.....	14
3.2.6 Betonipeite	14
3.2.7 Ulkonäkö ja tasaisuus	15
3.3 Reunapalkin purkaminen	16
3.4 Muottityöt ja muottityypit	18
3.4.1 Kaiteen varaan asennettava muottielementti	19
3.4.2 Kansilaattaan ankkuroitava muotti	20
3.4.3 Tippuputkien läpi ripustettava muotti	22
3.4.4 Ulokkeen varaan ripustettava muotti.....	24
3.5 Raudoitustyöt.....	25
3.5.1 Suunnitelma.....	25
3.5.2 Asentaminen.....	26
3.5.3 Laadunvalvonta	26
3.6 Betonointi	27
3.6.1 Vaatimukset	27

3.6.2	Suunnitelma.....	27
3.6.3	Betonoinnin valmistelu.....	28
3.6.4	Betonointi.....	28
3.6.5	Pintojen jälkihoito, viimeistely ja suojaus	29
4	TARVITTAVAT RESURSSIT	30
5	TYÖTURVALLISUUS.....	32
5.1	Työturvallisuus rakennus- alalla.....	32
5.2	Vaarat	32
5.2.1	Liikenne	32
5.2.2	Purkutyöt.....	34
5.2.3	Nosto- ja siirtotyöt	35
5.2.4	Tavaranostot.....	36
5.2.5	Henkilönostot	36
5.2.6	Kuljetus ja varastointi	37
5.2.7	Hitsaus-, polttoleikkaus- ja hiontatyöt.....	37
5.2.8	Palovaara.....	38
5.2.9	Sukellustyöt	39
5.2.10	Telineet ja kaiteet.....	40
5.2.11	Melu ja häiriö	41
5.2.12	Pöly, savu ja hauras	41
5.2.13	Vaaralliset aineet	41
5.2.14	Muut vaarat.....	42
5.3	Suojautuminen	43
5.3.1	Yleisjärjestelyt työmaalla.....	43
5.3.2	Perehdyttäminen.....	44
5.3.3	Työ- ja suojatelineet.....	44
5.3.4	Suojautuminen kemikaaleilta	45
5.3.5	Henkilösuojaimet	45
5.4	Muuta huomiotavaa.....	45
5.5	Valvonta	46
6	LIIKENTEEN OHJAUS SUUNNITELMA	47
6.1	Suunnitelma	47
6.2	Tienkäyttäjien tarpeet ja turvallisuus	47

6.3 Työmaaliikenne.....	47
6.4 Työntekijöiden turvallisuus.....	47
6.5 Työmaan hoitaminen	48
6.6 Työmaasta tiedottaminen.....	48
6.7 Yhteistyö tilaajan kanssa	48
6.8 Toimintaohjeet onnettomuuden sattuessa	50
7 YHTEENVETO.....	51
LÄHTEET	52
LIITTEET	53

Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuvio 1. Kaiteen varaan asennettava muottielementti.	20
Kuvio 2. Kansilaattaan ankkuroitava muotti.	22
Kuvio 3. Tippuputkien läpi ripustettava muotti.	23
Kuvio 4. Ulokkeen varaan ripustettava muotti.	25
Kuvio 5. Suojaetäisyydet radalla (TURO).	34
Kuva 1. Vesipiikattu reunapalkki ja reunapalkin muottityön koolaus.	16
Kuva 2. Vesipiikattu reunapalkki ja reunapalkin muottityön koolaus toisesta suunnasta.	16
Taulukko 1. Betonirakenteiden vähimmäisvaatimukset siltaosittain eri rasitusluokkaryhmissä, päällysrakenne.	12
Taulukko 2. Betonirakenteiden vähimmäisvaatimukset siltaosittain eri rasitusluokkaryhmissä, alusrakenne.	13

Käytetyt termit ja lyhenteet

Betoni	Materiaali, joka on valmistettu sekoittamalla sementtiä, karkeaa ja hienoa kiviainesta, vettä ja mahdollisia lisä- ja seosaineita ja jonka ominaisuuksien kehittyminen aiheutuu sementin kovettumisesta (hydratoitumisesta) veden avulla.
Betonimassa	Täysin sekoitettu betoni, joka on edelleen sellaisessa tilassa, että sitä voidaan tiivistää valitulla menetelmällä.
Jälkihoito	Betonoinnin jälkeen tehtävät toimenpiteet betonin lujuuden ja muiden ominaisuuksien saavuttamiseksi.
Jälkihoitoaine	Ruiskutettava nestemäinen aine, joka muodostaa betonin pinnalle lähes kosteutta läpäisemättömän kalvon.
Muottikangas	Muottipinnalla käytettäessä estää valuhuokosten muodostumisen betonipintaan.
Pakkasenkestävyys	Kovettuneen betonin kyky säilyttää alkuperäiset ominaisuutensa toistuvan jäätymisen ja sulamisen vaikutuksen alaisena.
Sauvatärytin	Betonivalussa käytettävä tärykone. Laitetta käytetään betonin tasoittamiseen, jotta valettava massa täyttäisi muot-tien kaikki kolot eikä valuun jäisi koloja tai ilmakuplia.
Sähköaggregaatti	Sähköä tuottava polttomoottorigeneraattori.
Tippuputki	Sillan kannen läpi johdettu putki, jonka kautta vedenerityksen päälle kertynyt vesi pääsee valumaan pois.

1 JOHDANTO

Suomen maantieverkoston siltojen betonirakenteiden ikääntyessä niissä ilmenevien vaurioiden määrä kasvaa ja korjaustarve lisääntyy. Siltojen betonirakenteita vaurioittavat vesi ja siihen liuennut tiesuola, pakkanen, halkeilu ja karbonatisoituminen. Tavallisesti noin kolmessakymmenessä vuodessa nämä tekijät yhdessä ovat alkaneet rapauttamaan sillan kannen ja reunapalkin betonipintoja. Tavallinen sillan korjaustoimi onkin sillan reunapalkin uusiminen, jos siinä on merkkejä raudoituksen korroosiosta ja sitä edistävästä rapautumisesta.

Tässä opinnäytetyössä käsitellään teräsbetonisten ylikulkusiltojen reunapalkkien korjaamisessa huomioitavia asioita; työjärjestystä, aikataulutusta, liikenteenohjausta ja laatuvaatimuksia. Lisäksi työssä käydään läpi työturvallisuuteen liittyviä asioita ja keskimääräinen kustannusarvio. Tämän opinnäytetyön tarkoitus on antaa työnjohtajille ja työntekijöille yleispätevät ohjeet teräsbetonisen sillan reunapalkin uusimiseen. Opinnäytetyössä ei käsitellä muita siltojen rakenteiden korjausmenetelmiä. Opinnäytetyössä käytettyjä tärkeimpiä lähteitä tulevat olemaan InfraRYL 2006 ja Siltojen korjausohjeet (SILKO).

2 VAURION KUVAUS

Raudoituksen korroosio on yleisimpiä betonirakenteissa ilmeneviä vaurioita. Käynnissä olevan korroosion voi havaita rakenteen pinnassa olevista ruosteläikistä ja pidemmälle edenneen raudoituksen suuntaisina halkeamina rakenteen pinnassa ja lopulta betonipeitteen lohkeiluna. (Tutkimusoselostus 2006, 1.)

Halkeamien kautta hiilidioksidin ja kloridien pääsy raudoitteeseen helpottuu, jolloin korroosio voi käynnistyä aikaisemmin kuin ehjän betonin kohdalla. Halkeamien ansiosta myös korroosion välttämättömien aineiden kulkeutuminen korroosioalueelle helpottuu. Halkeamat aiheuttavat merkittävän epäjatkuvuuskohdan teräksiä ympäröivälle kemialliselle ja fysikaaliselle ympäristölle, jolloin rakenteessa vallitsee sellaiset olosuhteet, joissa voimakas teräksen pistemäinen korroosio on mahdollista ja myös todennäköistä. (Tutkimusoselostus, 12).

Betonin rapautuminen on yleisin reunapalkin uusimiseen johtava vaurio. Veden päästessä betonin huokosiin se irrottaa jäätyessään betonin pintaa kerros kerrokselta. Teiden talvisuolaus kiihdyttää vaurioita jäätymis-sulamiskertojen lisääntyessä (SILKO 2003, 2.211, 1). Pitkälle edenneessä rapautumisessa betonipeite ei enää suojaa raudoitusta, mikä kiihdyttää rapautumista entisestään.

Mikäli kloridit pääsevät tunkeutumaan reunapalkissa olevien halkeamien kautta raudoitukseen, käynnistää tämä raudoituksen korroosion paljon nopeammin. Tällöin betonipeite irtaana ja korroosio kiihtyy edelleen. Reunapalkki voi lohjeta, kun esimerkiksi kaidepylvään juureen jääneeseen onkaloon pääsee vettä, joka jäätyessään murtaa rakenteen.

3 VAURION KORJAAMINEN

3.1 Korjaustöiden aloittaminen

Reunapalkin uusiminen on suuritöinen, minkä vuoksi vaurion annetaan edetä varsin pitkälle. Korjaustöihin aletaan yleensä vasta, kun pääteräkset ovat näkyvissä. Joissakin silloissa ulkonäköön kohdistuvat vaatimukset voivat nopeuttaa korjaustöiden aloittamista. Liikenneturvallisuus ei saa vaarantua kaidepylväiden huonontuneen kiinnityksen vuoksi (SILKO 2003, 2.211, 1). Oikean korjausajankohdan ja korjaamistarpeen määrittäminen edellyttää, että rakenteen kunto tunnetaan mahdollisimman luotettavasti. Vaaralliseksi tilanne alkaa muodostua, kun raudoitusta suojaava betonipeite on menettänyt emäksisyytensä tai rapautunut. Vaarallisinta korroosion aiheuttama halkeilu on tartunta-alueilla, koska korroosio heikentää raudoitteen tartuntaa.

3.2 Laatuvaatimukset

Reunapalkkien uusiminen toteutetaan suunnittelijan laatiman korjaussuunnitelman mukaan. Urakoitsijan tehtävänä on laatia työ- ja laatusuunnitelma, joka on toimitettava tilaajalle.

3.2.1 Olosuhteet

Olosuhteiden (tila, massansiirto, sääolot) tulee olla valittujen korjausaineiden vaatimusten mukaiset. Rakenteen lämpötilan on oltava kovettumisen ajan vähintään +5 °C. Mikäli ulkoilman olosuhteet eivät täytä vaadittavia vaatimuksia, käytetään sääsuojaa. Korkeita lämpötiloja on syytä välttää, koska kutistumishalkeilun riski kasvaa. Suositeltava lämpötila työn aikana on +5 °C ... +15 °C

3.2.2 Rasitusluokat

Sillankorjaustöissä noudatetaan taulukoiden 1 ja 2 mukaisia rasitusluokkaryhmiä. Yhdessä sillassa voi olla erilaisia rasitusluokkaryhmiä ja rasitusluokissa olevia rakenteita. Tarpeettoman monen betonilaadun käyttämistä on vältettävä. Taulukoissa 1 ja 2 on esitetty myös suunnittelukäyttöikävaatimuksia, joita sovelletaan sillankorjaustöissä.

Sillan osa			Sillan osan tunnus	Rasitusluokkaryhmä	Rasitusluokat	Vaatimukset						Suunnittelukäyttökä	Betonipintojen suojaus
						Lujuusluokka	P-lukuvaatimus	Vähimmäissemmenttimäärä [kg/m3]	Vesi-sementtisuhteen enimmäisarvo	Betonipinnan nimellisarvo [mm]	Rauditus (typpi 1)		
Päällysrakenteen palkkien ja kansilaattojen vedeneristeen alla olevat pinnat sekä muut ei suolasumurasitetut pinnat 2)	Ro20	R1	XC3, XC4, XF2	C25	P30	300	0,5	40	tr	100			
								50	jr				
		R2	XC3, XC4, XF3	C25	P20	300	0,5	40	tr	100			
								50	jr				
		R3	XC3, XC4, XF4	C25	p20	300	0,55	40	tr	100			
								50	jr				
Päällysrakenteen palkkien ja kansilaattojen suolasumurasitetut pinnat 2)	Ro21	R1	XC3, XC4, XF2, XD1	C25	P30	300	0,5	40	tr	100	3)		
								50	jr				
		R2	XC3, XC4, XF2, XD1	C25	P20	300	0,5	40	tr	100	3)		
								50	jr				
		R3	XC3, XC4, XS1, XD1, XF2	C30	P30	300	0,55	40	tr	100	3)		
								50	jr				
		Päällysrakenteen ja maatukien reunapalkit	Ro22	R1	XC4, XD3, XF4	C35	P50	320	0,5	40	tr	50	4)
										50	jr		
				R2	XC4, XD2, XF4	C35	P50	300	0,5	40	tr	50	4)
50	jr												
R3	XC4, XS1, XD3, XF2			C35	P30	320	0,55	40	tr	50	4)		
								50	jr				
R4	XC4, XF2			C25	P30	300	0,55	40	tr	70	4)		
								50	jr				
Siirtymälaatat	Ro23			R1 R2	XC2, XD1, XF4	C25	P50	300	0,5	40	tr	50	
		50	jr										
		R3	XC2, XD1, XF2	C25	P30	300	0,5	40	tr	50			
								50	jr				
		R3	XC2, XF2	C30	P30	300	0,55	40	tr	70			
								50	jr				
<div>1) jr=jänneraudoite, tr= tavanomainen raudoite</div> <div>2) Suolasumun oletetaan vaikuttavan kuuden metrin etäisyydelle sillan allittavan suolattavan tien reunasta. Päällysrakenteella palkkie ja kansilaatan ajosuunnan puoleisen ulkokyljen pysty- ja vinopinnat (kaltevuus > 1:3). Meren suolasumurasitus vaikuttaa kaik</div> <div>3) Suunnittelukäyttöikä edellyttää kloridirasitettujen pintojen suojausta. Betonin lujuusluokan ollessa vähintään C55 ja P-luvun ollessa vähintään P50 rakennetta ei tarvitse suojata.</div> <div>4) Suunnittelukäyttöikä edellyttää kloridirasitettujen pintojen suojausta. Julkaisun Siltojen reunapalkkien kuoret, TieH 2000016-05, mukaisen reunapalkkien pintoja ei tarvitse suojata. Tällöin sisäosalle käytetään ei suolasumurasitetun päällysrakenteen rasitusluokkaryhmän R4 mukaisia arvoja. Kuorirakenteen rasitusluokat Ro22 mukaan.</div>													

Taulukko 2. Betonirakenteiden vähimmäisvaatimukset siltaosittain eri rasitusluokkaryhmissä, alusrakenne.

Sillan osa	Sillan osan tunnus	Rasitusluokkaryhmä	Rasitusluokat	Vaatimukset							Suunnittelukäyttöikä	Betonipintojen suojaus 2)
				Lujuusluokka 6)	P-lukuvaatimus	Vähimmäissegementtimäärä [kg/m3]	Vesi-sementtisuhteen enimmäisarvo	Betonipeitteen nimellisarvo [mm] 6)	Rauditoistustyyppi 1)			
Teräsputken tai muun tiiviin kiinnivaletun kuoren sisävalu tasolta maanpinta - 1 m alas	Ro01	R4	XC2	C25	-	230	-	40	tr	100		
Teräsputken tai muun tiiviin kiinnivaletun kuoren sisävalu tasolta maanpinta - 1 m ylös	Ro02	R4	XC2, XF2	C25	P20	300	0,55	40	tr	100		
Peruslaatta yleensä	Ro03	R4	XC2	C25	-	230	-	50/100 7)	tr	100		
Peruslaatta vedessä	Ro04	R4	XC2	C30	-	230	-	50/100 7)	tr	100		
Peruslaatta meressä	Ro05	R4	XC2, XS2	C35	-	320	0,45	60/100 7)	tr	100		
Rengaskehän peruslaatta	Ro06	R1	XC2, XD1, XF4	C30	P50	300	0,5	50/100 7)	tr	100		
		R2	XC2, XD1, XF4	C30	P30	300	0,5	50/100 7)	tr	100		
		R4	XC2, XF2	C25	P20	300	0,55	50/100 7)	tr	100		
Peruslaatta ajokaistojen välillä ja suolasumurasituksen ulottumal alueella 2)	Ro07	R1	XC2, XD1, XF4	C30	P50	300	0,5	50/100 7)	tr	100		
		R2	XC2, XD1, XF2	C30	P30	300	0,5	50/100 7)	tr	100		
Maa- ja välituet yleensä 2)	Ro10	R1	XC3, XC4, XF2	C30	P30	300	0,5	45 55	tr jr	100		
		R2, R4	XC3, XC4, XF2	C30	P20	300	0,5	40 50	tr jr	100		
Suolasumurasitetut maa- ja välituet 2)	Ro11	R1	XC3, XC4, XD3, XF4	C35	P50	320	0,45	45 55	tr jr	100	3)	
		R2	XC3, XC4, XD1, XF2	C30	P30	300	0,5	40 50	tr jr	100	3)	
		R3	XC3, XC4, XS1, XF2	C30	P30	300	0,5	40 50	tr jr	100		
Maatukien ja päällysrakenteen siipimuurit ja siirtymälaattojen yläpuoliset osat (ulkopinta maatukien mukaan)	Ro12	R1	XC3, XC4, XD2	C30	P30	300	0,5	45 55	tr jr	100	4)	
		R2	XC3, XC4, XD1, XF2	C30	P20	300	0,5	40 50	tr jr	100		
Tukirakenteet vedessä tasolta NW - 1m alaspäin	Ro13	R4	XC2	C30	-	300	0,5	50 60	tr jr	100		
Tukirakenteet vedessä tasolta NW - 1m ylöspäin	Ro14	R4	XC3, XC4, XF4	C30	P50	320	0,45	50 60	tr jr	100	5)	
Tukirakenteet meressä tasolta NW - 1m alaspäin	Ro15	R4	XC2, XS2	C30	-	320	0,45	60 70	tr jr	100		
Tukirakenteet meressä tasolta NW - 1m ylöspäin	Ro16	R4	XC4, XS3, XF4	C35	P70	320	0,45	60 70	tr jr	100	5)	
1-2) Katso taulukko 1												
3) Suunnittelukäyttöikä edellyttää kloridirasitetujen pintojen suojausta. Suojauksena voidaan käyttää myös julkaisun Siltapilareiden kuoret, TIEH 2000007-03, mukaisia kuorirakenteita. Betonisen kuorirakenteen rasitusluokat Ro11 mukaan.												
4) Suunnittelukäyttöikä edellyttää maata vasten olevien kloridirasitetujen pintojen suojausta												
5) Suunnittelukäyttöikä edellyttää julkaisun Siltapilareiden kuoret, TIEH 2000007-03, mukaisen tai muun vastaavan suojaverhouksen käyttöä vähintään tasolle HW+1 m. Meressä tasolle HW + 2m. Avomerirakenteissa ulottuma arvioitava tapauskohtaisesti. Betonisen kuorirakenteen P-lukuvaatimus P70. Rasitusluokat Ro14/16 mukaan. Käytettäessä sillan osassa Ro14 betonia C35, P70, voidaan suojaverhouksesta luopua.												
6) Betonipeitteen nimellisarvo vedenalaisessa valussa on 150 mm. Vaadittaessa huuhtoutumisen estävän lisäaineen käyttöä betonin suhteutuksessa, voidaan teräsputken sisävalussa käyttää 50 mm:ä betonipeitteen nimellisarvona. Betonin lujuusluokaksi valitaan vedenalaisessa valussa SMPa suunnittelulujuutta suurempi arvo.												
7) Muuttia vastaan valettu tai laatan yläpinta / maata tai kalliota vastaan valettu. Peruslaatan betonipeitteen vähimmäisarvo haleilulaskelmassa												

3.2.3 Rakenneluokka ja lujuusvaatimukset

Siltarakenteissa käytetään rakenneluokkia 1 ja 2 *Betonirakenneohjeen* mukaisesti. Mikäli sillan korjaustyö vaikuttaa sillan kantavuuteen, rakenneluokka on 1. Muuten sillan korjaustöissä ja suunnitteluissa rakenneluokka on yleensä 2. Betonin lujuusluokka määräytyy yläpuolella olevien taulukoiden mukaan, ellei rakenteen alkupe-
räinen suunniteltu lujuus ole suurempi. Tästä on oltava maininta suunnitelma-asia-
kirjoissa (SILKO 1.201, 63).

3.2.4 Pakkasenkestävyysvaatimukset

Esitetään P-lukuvaatimuksina yläpuolella olevissa taulukoissa. Pakkasenkestävän betonin valmistuksessa, laadunvalvonnassa ja vaatimustenmukaisuuden osoittami-
sessa noudatetaan SYL3:n 1 kohdan 3.3.2 ja *P-lukuohjeen* menettelyä. (SILKO 1.201, 63).

Pakkasenkestävän betonin on täytettävä sillan rakennussuunnitelmassa esitetyt pu-
ristuslujuus- ja pakkasenkestävyysvaatimukset, jälkihoitoa koskevat vaatimukset
(SYL3, 55) ja julkaisun *Siltabetonien P-lukumenettely* kohdan 3 suhteutusta koske-
vat vaatimukset.

3.2.5 Tiiviysvaatimukset

Betonin tiiviysvaatimukset täyttyvät, jos vesi-sementtisuhde ja lujuus ovat taulukoi-
den 1 ja 2 mukaiset. Valmiissa vesitiiviiksi tarkoitettussa rakenteessa ei saa olla ra-
kenteellisia halkeamia. Mikäli työsauman päälle ei tule vedeneristystä, tiivistetään
sauma saumanauhalla.

3.2.6 Betonipeite

Raudoitusta suojaavan betonipeitteen paksuus ei missään saa alittaa suunnitel-
massa määritettyä arvoa enempää kuin 5 mm. Alituksen hylkäysraja on 10 mm.

Betonipeitteen paksuus on mahdollista tarkistaa betonipeitemittarilla. Tarkistettavan alueen mittausalueen määrittää tilaajan edusta, ellei muuta ole asiasta sovittu. Vaadittavan suojabetonin paksuus on esitetty taulukoissa 1 ja 2.

3.2.7 Ulkonäkö ja tasaisuus

InfraRYL 2006 (2008, 75) määrää siltojen reunapalkin muodosta pystysuunnassa seuraavaa:

2 Sillan ja reunapalkin sallittu muoto poikkeama ylöspäin saa olla aukkojen keskellä ja maatuen siipimuurin tai ulokkeen päässä enintään $L/1000$ ja aukkojen neljännespisteissä enintään $L/1500$, missä L on jännemitta tai kaksi kertaa maatuen siipimuurin tai ulokkeen pituus. Suurempaa tarkkuutta kuin 20 mm ei kuitenkaan vaadita. Enimmäispoikkeamat ovat vastaavasti $L/500$ ja $L/750$. Enimmäispoikkeamalle ei kuitenkaan käytetä pienempää arvoa kuin 40 mm.

3. Sillan ja reunapalkin sallittu muoto poikkeama alaspäin saa olla aukkojen keskellä ja maatuen tai ulokkeen päässä enintään $L/1000$, mutta korkeintaan 100 mm, sekä aukkojen neljännespisteissä enintään $L/1500$, mutta korkeintaan 70 mm. Suurempaa tarkkuutta kuin 20 mm ei kuitenkaan vaadita. Enimmäispoikkeamat ovat vastaavasti $L/500$ ja 200 mm sekä $L/750$ ja 140 mm. Enimmäispoikkeamalle ei kuitenkaan käytetä pienempää arvoa kuin 40 mm.

InfraRYL 2006 (2008,75) määrää siltojen reunapalkin muodosta vaakasuunnassa seuraavaa:

2 Sillan ja reunapalkin muoto poikkeama vaakasuunnassa saa olla sillan keskellä enintään $L/1000$ mutta korkeintaan 100 mm ja sillan neljännespisteissä enintään $L/1500$ mutta korkeintaan 70 mm. L on alakohtan 4 mukaisesta tapauksesta riippuen joko sillan pituus tai päällysrakenteen pituus. Suurempaa tarkkuutta kuin ± 20 mm ei kuitenkaan vaadita. Enimmäispoikkeamat ovat vastaavasti sillan keskellä $L/500$ ja 200 mm sekä sillan neljännespisteissä $L/750$ ja 140 mm. Enimmäispoikkeamalle ei kuitenkaan käytetä pienempää arvoa kuin 40 mm.

4. Jos sillassa on päällysrakenteen suuntaiset siipimuurit, muototarkastelu ulotetaan siipimuurien päähän saakka. Muussa tapauksessa muoto määritetään sillan päällysrakenteen pituudella.

Sillan korjaustöissä muottia vasten valetun pinnan laatuvaatimusluokka on A ja puuhierretyn pinnan luokka AA. Muottia vasten paikalla valetun betonipinnan laatutekijät on määritelty Betoniyhdistyksen julkaisussa *Betonirakenteiden pinnat, luokitusohjeet 2003*. Muottikangas on asennettava siten, ettei se poimutu valun aikana.

3.3 Reunapalkin purkaminen

Piikattava alue rajataan yleensä suoraviivaisesti kulmahiomakoneella tai timanttisahalla. Rajaus tehdään mieluummin rakenteen jonkin särmän kohdalle. Rajaukset ja miestyönä tehtävät piikkaukset tehdään yleensä kaiteen varaan ripustettavasta hoitokorista käsin. (SILKO 2.211, 6)

Reunapalkki voidaan purkaa

- vesipiikkaamalla
- piikkaamalla hydraulisella robotilla
- piikkaamalla keskiraskaalla tai kevyellä piikkausvasaralla
- hydraulisella puristimella ja
- timanttisahauksella.

Syvyysuuntainen piikkausraja määritetään kloriditesteistä saatavista tulosten pohjalta. Piikkaussyvyys ulotetaan raudoitusteräksen halkaisijan verran tai vähintään 20 millimetriä paljastuneen raudoituksen taakse. Vauriot uusiutuvat nopeasti, mikäli liian karbonatisoitunutta tai kloridipitoista betonia jää raudoituksen ympärille

Suosittelavin purkamismenetelmä on vesipiikkaus, jolloin saadaan mahdollisimman hyvä tartuntapinta. Vesipiikkausta käytettäessä on kivien ja muun purkujätteen sinkoilu estettävä suojarakenteilla. Vesipiikattu pinta tulee pestä painepesurilla. Vesipiikattu reunapalkki on esitetty kuvissa 1 ja 2.

Piikkausvasaraa käytettäessä poistettava betoni voidaan poistaa raskaammalla kalustolla. Lähestyttäessä säilytettävää betonipintaa piikkaus tehdään kevyellä kalustolla, jotta tartuntapinnan mikrohalkeilu jäisi mahdollisimman vähäiseksi. Piikattu pinta tulee puhdistaa painepesurilla irtaimesta materiaalista ja epäpuhtauksista.

Betonitangot tulee puhdistaa ruosteesta piikatun pinnan suihkupuhdistuksen yhteydessä puhdistusasteeseen Sa 2½. Mikäli reunapalkkiin ei kohdistu suolarasitusta, puhdistus voidaan suorittaa porakoneeseen kiinnitettävällä teräsharjalla. Tällöin puhdistusaste on St 2. Raudoitusta piikataan esiin niin paljon, että rauditus on ruosteetonta vähintään 100 millimetrin pituudelta tai piikkausraja selvitetään potentiaalimittauksella. Mikäli rauditus on ruostunut tai vahingoittunut piikatessa niin, että sen poikkileikkausala on pienentynyt vähintään 30 %, raudoitusteräs on korvattava uudella SILKO 2.262 sivun 4 ohjeen mukaisesti. Raudoitusteräket ankkuroidaan tarvittaessa saman ohjeen mukaan.



Kuva 1. Vesipiikattu reunapalkki ja reunapalkin muottityön koolaus.



Kuva 2. Vesipiikattu reunapalkki ja reunapalkin muottityön koolaus toisesta suunnasta.

3.4 Muottityöt ja muottityypit

Tavallisesti muottipintana käytetään 20 mm:n sahattua, laatuluokan C tai D, raakaponttilautaa tai karkeahöylättyä mitallistettua lautta, jonka pitää olla ulkokuivaa (kosteusaste keskimäärin 20 %).

Muotit voidaan valmistaa joko useaan kertaan käytettävistä muottielementeistä tai ne valmistetaan työmaalla puutavarasta. Muotin pintamateriaalin valinnassa tulee huomioida, että reunapalkin uusi pinta sopii / sopeutuu vanhan rakenteen ulkonäköön. Tavallisesti muottipintana käytetään 20 mm:n mitallistettua tai raakaponttilautaa. Mitallistetusta laudasta tehtävät muotit tulee pitää jatkuvasti kosteina, jottei betonin sementtiliima imeydy muottilautoihin.

Mikäli valitaan käytettäväksi muottivaneria, tulee muottitöissä kiinnittää erityisesti huomioita tukien kiinnittämiseen, kulmien viisteisiin ja että muotit tulevat tiiviisti vanhaa rakennetta vastaan. Muottikangasta suositellaan käytettäväksi vanerimuoteissa. Muottikankaan ansiosta pintahuokosia syntyy vähemmän, mikä parantaa reunapalkin korroosiokestävyyttä. Muottikangas tulee kiristää muottiin siten, että se ei aiheuta poimuja tulevaan betonipintaan.

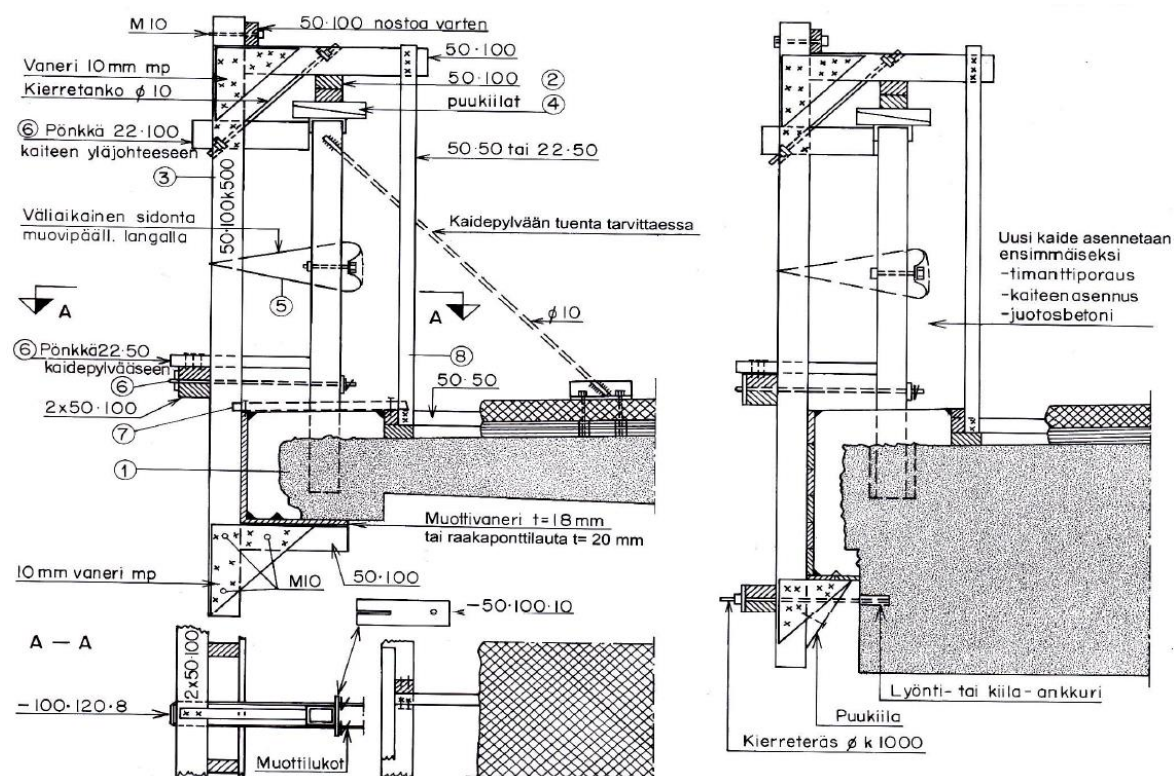
Muottitöissä on huomioitava, että muotit asennetaan tiiviisti vanhaa rakennetta vasten, tuet kiinnitetään kunnolla, kulmien viisteet ovat tiiviit ja oikein. Muottien tiiviys ja mitoitus on varmistettava ennen valun aloittamista. Itsetiivistyvää betonia käytettäessä muotit on mitoitettava betonimassan aiheuttamalle hydrostaattiselle paineelle, ellei erillisselvityksin tai koevaluin ole toisin osoitettu. (InfraRYL 2006 2008, 117.)

3.4.1 Kaiteen varaan asennettava muottielementti

Muottielementit valmistetaan sahatusta laatuluokan C tai D puutavarasta, jonka on oltava ulkokuivaa ja filmivanerista. Yhden elementin pituus on kahdesta kolmeen metriä. Reunapalkin sisäkulman betoniterästanko ja tartuntaraudoitteet asennetaan vasta elementin asentamisen jälkeen. Muottielementti asennetaan seuraavien työvaiheiden mukaisesti. Työvaiheet on merkitty kuvioon 1.

1. Vanhan reunapalkin betoni poistetaan tarvittavaan syvyyteen kaiteen varassa liikuteltavasta tai nostimen puomiin kiinnitetyistä huoltokorista käsin.
2. Kaiteen yläjohteen päälle asennetaan laita tai soiroja kaiteen korkeuden vaatima määrä, niin että elementti voidaan kiilata oikeaan korkoon.
3. Elementti siirretään paikoilleen
4. Elementti kiilataan oikeaan korkeusasemaan, siten että muotti on tiiviisti rakenteen pintaa vasten.
5. Elementti sidotaan esimerkiksi välijohteeseen. Nostoliinat irrotetaan.
6. Elementti kiinnitetään kaidepylväisiin. Kiinnityslaitteen kiristysosan ja kaidepylvään väliin asennetaan puupönkä.
7. Muotin yläosaan asennetaan puuvälikkeet (kiripuut), jotka poistetaan betonoinnin aikana.
8. Reunapalkin sisäreunan muotti tuetaan elementin yläosaan ja sillan kanteen.

Mikäli käytetään muottikangasta, on se asennettava ohjeiden mukaisesti. Irrottamisen jälkeen muottielementit puhdistetaan välittömästi huolellisesti ja käytetään tarvittaessa uudelleen myöhemmin. Mikäli reunapalkin korjauksen yhteydessä asennetaan uudet kaiteet, tulee uusille kaidepylväille tehdä varaukset poraamalla ja juottaa paikoilleen ennen reunapalkin piikkausta.



Kuvio 1. Kaiteen varaan asennettava muottielementti.

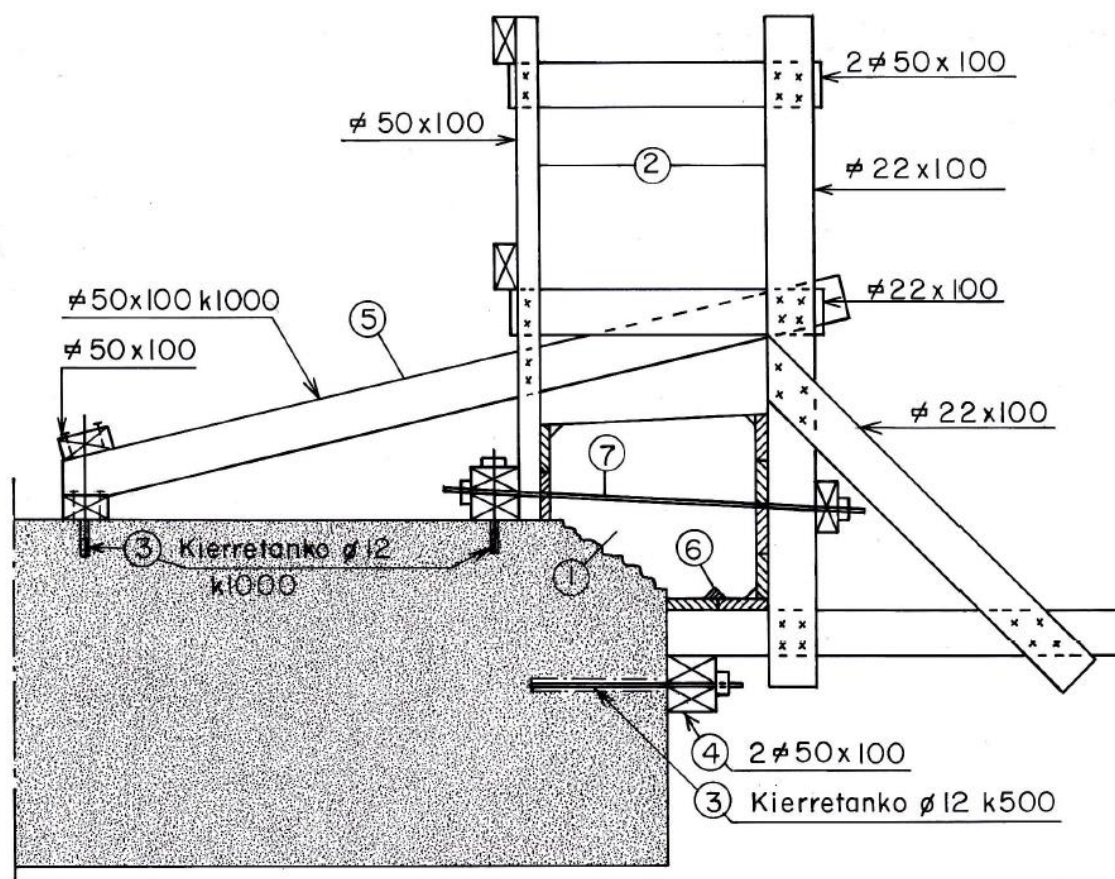
3.4.2 Kansilaattaan ankkuroitava muotti

Muottityö tehdään nostokorista käsin. Elementtien pituus on 4 – 4,5 metriä. Muottielementit ankkuroidaan kansilaattaan seuraavan työjärjestyksen mukaisesti. Työjärjestys on merkitty kuvioon 2.

1. Kaiteet irrotetaan leikkaamalla. Reunapalkki puretaan vesipiikkauksella tai hydraulisella puristimella. Vaurioitunut rauditus poistetaan ja tartunnoiksi jäävät raudat taivutetaan haluttuun muotoon. Näkyviin jäävät pinnat rajataan timanttilaikalla ja viimeistelypiikkaus tehdään kevyellä kalustolla. Lisätartuntoja varten tehdään reiät ja tartunnat juotetaan paikoilleen.

2. Muottipukit valmistetaan ja laudoitetaan piikkauksen yhteydessä.
3. Kierretankojen paikat mitataan ja vaaitaan. Kierretangoille porataan reiät. Kierretangot ja juoksut asennetaan paikoilleen.
4. Muottielementti nostetaan laatan kylkeen asennetun vaakajuoksun varaan. Muotin tulee liittyä tiiviisti rakenteen pintaan.
5. Muottielementti asennetaan siteiden avulla pystysuoraan.
6. Kulmarima asennetaan paikoilleen ja reunapalkki raudoitetaan.
7. Muottisiteet asennetaan paikoilleen InfraRYL 2006 kohdan 42020.3.2.2 (SYL 3 kohta 3.4.2.2) mukaan.

Mikäli käytetään muottikangasta, tulee se asentaa ohjeiden mukaisesti. Muotti voidaan myös tehdä siten, että muottipukit valmistetaan ja asennetaan etukäteen ja laudoitus tehdään työkohteessa. Muottien irrottamisen jälkeen muotit puhdistetaan huolellisesti ja käytetään uudelleen, jos mahdollista.



Kuvio 2. Kansilaattaan ankkuroitava muotti.

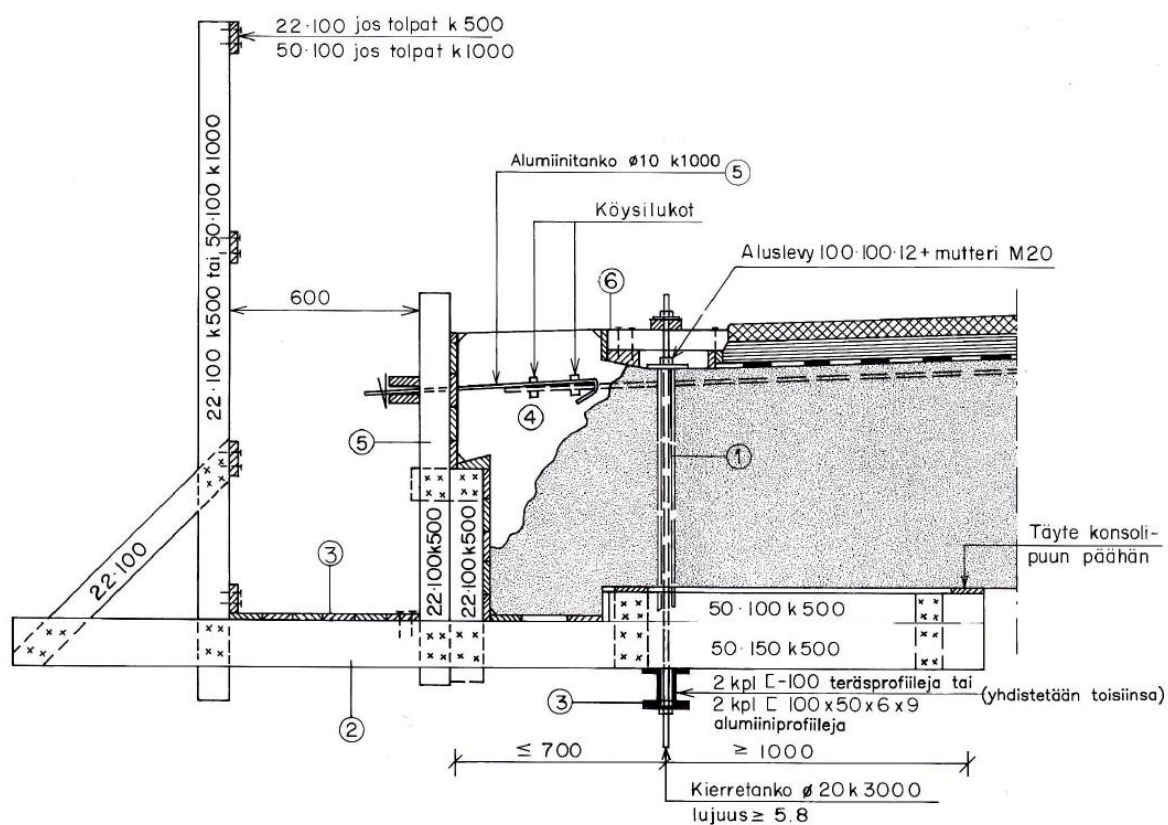
3.4.3 Tippuputkien läpi ripustettava muotti

Muotti tehdään tapauskohtaisesti nostokorista tai kaiteen varaan kiinnitettävästä hoitokorista. Telineet toimivat työnaikaisena kulkutienä, joka toimii samalla myös purkujätteen keräysalustana. Tippuputkien läpi ripustettavan muotin asennusjärjestys on merkitty kuvioon 3.

1. Sillan reunan rakenteita puretaan tarvittavilta osin. Mikäli sillassa ei ole tippuputkia, ne tehdään SILKO 2.611 mukaan.
2. Muottipukit valmistetaan työpöydällä. Alapuoliset U-palkit liitetään toisiinsa.
3. Kierretangot, alapuoliset U-palkit ja muottipukit asennetaan paikoilleen nostokoria apuna käyttäen. Kulkutien pohja laudoitetaan.

4. Reunapalkin betoni piikataan. Purkujätteet voidaan kerätä tynnyreihin, joiden avulla ne on helppo nostaa pois.
5. Ulkopinnan muotti valmistetaan ja sidotaan muottisiteillä InraRYL 2006 kohdan 420240.3.2.2 mukaan
6. Sisäreunan muotti asennetaan ja tuetaan pönkillä pintarakenteen purettuun reunaan ja ankkuroidaan tarvittaessa kansilaattaan.

Muotti raudoitetaan korjaussuunnitelman mukaan. Mikäli käytetään muottikangasta, tulee se asentaa ohjeiden mukaisesti. Muottien irrottamisen jälkeen muotit puhdistetaan huolellisesti ja käytetään uudelleen, jos mahdollista.



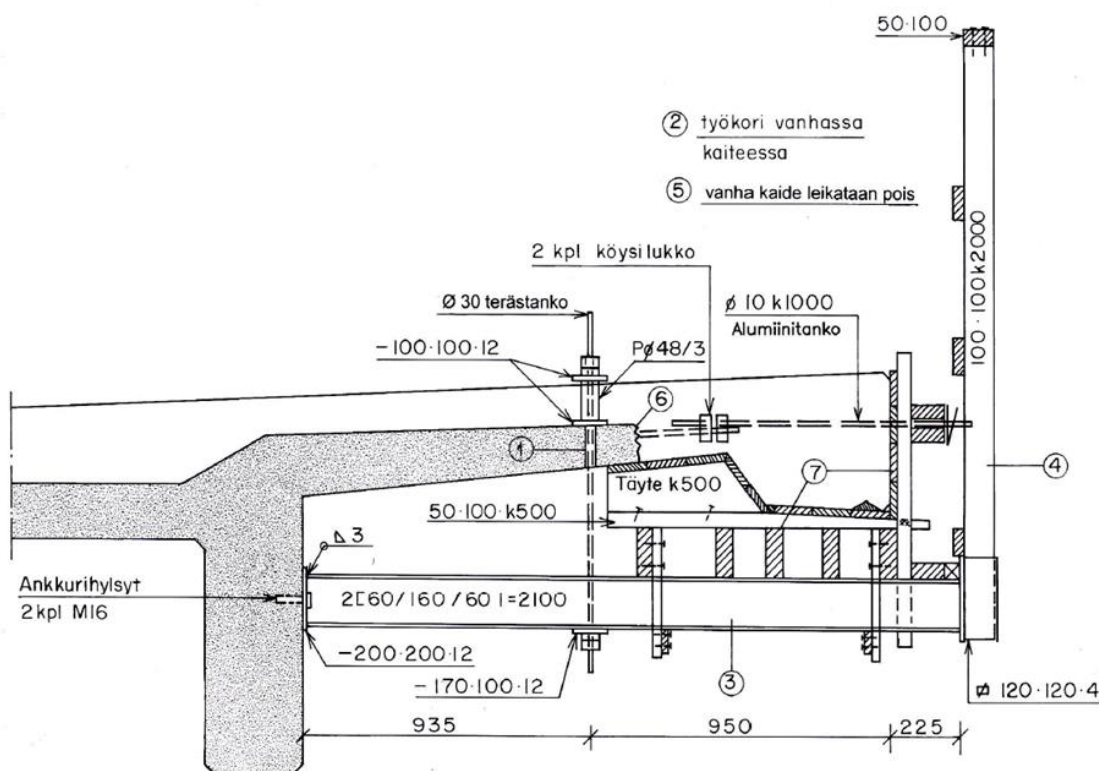
Kuvio 3. Tippuputkien läpi ripustettava muotti.

3.4.4 Ulokkeen varaan ripustettava muotti

Muotti on valmistettava tapauskohtaisesti. Kantavana rakenteena muotissa toimii ulokkeen alle ripustettavat teräskonsolit. Kyseistä muotti käytetään, kun uloketta levennetään reunapalkin uusimisen yhteydessä. Muotin valmistus tapahtuu seuraavasti. Työjärjestys on merkitty kuvioon 4.

1. Ulokkeeseen porataan 40 mm:n reiät timanttiporalla kahden metrin välein.
2. Hoitokori kiinnitetään sillan vanhaan kaiteeseen.
3. Teräspalkit nostetaan puominosturilla paikoilleen ja kiinnitetään huoltokorista käsin ankkuripultteihin ja ripustustankoihin.
4. Suojakaiteen puiset pylväät kiinnitetään konsolien päissä oleviin holkkeihin ja kaiteen puujohteet asennetaan puupylväisiin.
5. Vanha kaide poistetaan.
6. Vanha reunapalkki ja uloke puretaan piikkaamalla. Konsolien päälle asennetaan harva lankutus tai vanerilevyt, joista purkujäte voidaan kerätä helposti pois.
7. Uloke ja reunapalkki koolataan ja laudoitetaan. Muotin pohja korkeustaso säädetään oikeaksi kiilaamalla ja telineen kierretangon avulla.

Muotti raudoitetaan korjaussuunnitelman mukaan. Mikäli käytetään muottikangasta, tulee se asentaa ohjeiden mukaisesti. Muottien irrottamisen jälkeen muotit puhdistetaan huolellisesti ja käytetään uudelleen, jos mahdollista.



Kuvio 4. Ulkkeen varaan ripustettava muotti.

3.5 Raudoitustyöt

Muottisysteemin valinta määrää, tehdäänkö rauditus ennen muottien tekoa vai sen jälkeen. Hyvin usein kuitenkin rauditus tehdään vasta muottien valmistamisen jälkeen.

3.5.1 Suunnitelma

Raudoitustöistä on tehtävä aina raudoitustyösuunnitelma. Suunnitelmalla varmistetaan, että rauditus täyttää sille sillan rakennussuunnitelmassa ja RakMK ohjeiden B4 kohdissa 4.2.3 ja 4.2.7 sekä jäljempänä esitetyt vaatimukset. Raudoitustyösuunnitelma on toimitettava tilaajan edustajalle viimeistään viikkoa ennen raudoituksen aloittamista. Mikäli koko reunapalkki uusitaan, se tehdään korjaussuunnitelman mukaan, muuten lähes entisen muotoiseksi. Kaidepylväiden varaukset on otettava huomioon raudoitetta asennettaessa. (InfraRYL 2006 2008, 118.)

Raudoituksen mitoissa on huomioitava muottien ja raudoitteiden valmistus- ja asennustoleranssit siten, että rauditus mahtuu rakenteeseen ja ettei raudoitusta suojaava suojabetonin paksuus alitu. Raudoitteet tulisi valmistaa mahdollisimman valmiiksi etukäteen.

3.5.2 Asentaminen

InfraRYL 2006 (2008, 119) määrää raudoitteiden asentamisesta seuraavaa

Näkyviin jäävien pintojen raudoitteet sidotaan paikoilleen käyttäen kuumasinkittyjä tai muita ruostumattomia ja löystymättömiä siteitä. Siteiden päät eivät saa jäädä vaadittuun suojabetonikerrokseen.

Raudoitteita sidottaessa paikoilleen on käytettävä tilaajan käyttöönsä hyväksymiä tukia, välikkeitä ja siteitä siten, etteivät ne työnaikana siirry tai taivu haitallisessa määrin. Raudoitteiden suunnitelmanmukainen sijainti varmistetaan käyttämällä työtankoja, erillisiä tukia tai välikkeitä. Välikkeitä on käytettävä riittävän tiheästi, jotta ne eivät murru tai pääse haitallisesti painumaan muottiraudoitukseen. Välikkeiden tulee olla väriltään betonipintaan sopivia ja muodoltaan sellaisia, ettei niiden kohdalle muodostu onteloita. Talvitöissä on käytettävä höyrytyksen ja lämmityksen kestäviä siteitä ja välikkeitä.

3.5.3 Laadunvalvonta

Laadunvalvontamittaukset on suoritettava ja poikkeavuudet korjattava työn edistytessä. Mittaustulokset on toimitettava asianmukaisesti allekirjoitettuna tilaajan edustajalle ennen betonointia. Ennen betonoinnin aloittamista rauditus, jänteiden suojaputket, halkaisuteräukset on syytä tarkistaa ja putkissa olevat reiät, kolhut jne. korjataan. Raudoitustyön vaatimustenmukaisuus osoitetaan raudituksen tarkastuksen tuloksena syntyvän pöytäkirjan avulla tai muulla tilaajan hyväksymällä tavalla. (InfraRYL 2006 2008, 119.)

3.6 Betonointi

3.6.1 Vaatimukset

Betonin osa-aineiden on täytettävä *Suomen rakentamismääräyskokoelmassa* ja standardissa *SFS-EN 206-1* ja sen kansallisessa liitteessä niille asetetut vaatimukset, ellei jäljempänä ole muuta mainittu.

Betonimassalla on oltava sellaiset ominaisuudet, että se tarkoitukseen soveltuvia menetelmiä käyttäen tiivistettynä ja jälkihoidettuna kovettuttuaan täyttää kaikki suunnitelmissa asetetut vaatimukset. Kovettuneen betonin lujuus-, säilyvyys-, ja muiden ominaisuuksien on oltava sillan rakennussuunnitelman mukaiset. Kovettuneen betonin on täytettävä myös eri rasitusluokkaryhmissä käytettävät siltaosakohtaiset julkaisussa *Siltabetonien P-lukumenettely* esitetyt betonin laatuvaatimukset betonin lujuuden, P-luvun, sementtimäärän ja vesi-sementtisuhteen osalta.

Betonimassa on valmistettava ympäristöministeriön tarkastajan valvomassa valmistuslaitoksessa InfraRYL 2006 2008, 108).

Betonimassan notkeusvaatimus on S3 – S4. Mikäli betonia tarvitaan vain vähän, on suositeltavaa valmistaa betoni työmaalla kuivatuotteista. Tällöin valmistajan ohjeita on noudatettava tarkasti. Vettä on lisättävä ainoastaan ohjeen mukaan ja varmistuttava riittävästä sekoitusajasta. (SILKO 2.211, 9) Meriveden käyttöä betonin valmistuksessa sekä kloridipohjaisten lisäaineiden käyttö on kielletty InfraRYL 2006 (2008, 108)

3.6.2 Suunnitelma

Betonitöistä on laadittava betonityösuunnitelma, jota tarkennetaan ennen kutakin betonointia tarvittavilta osin. Betonointi suoritetaan betonointisuunnitelman mukaisesti siten, että betoni täyttää muotit tarkkaan ja ympäröi raudoituksen. Betonipintojen laatuluokka täyttyy ja raudoituksen betonipeitteen suojapaksuus on riittävä.

Betonityösuunnitelma sisältää soveltuvin osan InfraRYL 2006 (2008) kohdan 42020.3.4.2 alakohtien 3 ... 12 mukaiset tiedot.

3.6.3 Betonoinnin valmistelu

Betonoinnin valmistelulla luodaan edellytykset sille, että valmis rakenne täyttää sille asetetut vaatimukset.

Muotit ja piikatut betonipinnat on kastettava 12 ... 14 tuntia ennen betonointia ja suojattava auringonpaisteelta ja sateelta. Betonoinnin alkaessa pintojen tulee olla kosteita, mutta ne eivät saa olla märkiä. Lautamuottien tulee olla niin kosteat ja tiiviit, ettei betonin sementtiliima imeydy niihin. Levymuotit öljytään ennen raudoituksen asentamista. Muottiöljy levitetään valmistajan ohjeiden mukaisesti. InfraRYL 2006 (2008, 108)

3.6.4 Betonointi

Betonimassa siirretään muotteihin siten, että massa ei erotu, raudoitus pysyy paikoillaan, muotti täyttyy kaikkialta, massa tiivistyy tarpeeksi ja että massan haitallista painumaa ei tapahdu.

Betonimassa tiivistetään 25 – 48 mm:n tärysauvalla. Optimaalinen tärytysaika riippuu mm. betonimassan ominaisuuksista, valmiille rakenteelle asetetuista vaatimuksista ja täryttimen tehosta. Reunapalkeissa käytetään vetelää betonia, joten tärytysaika on 200 – 300 s/m³. Jälkitärytys suoritetaan massan tärytysajan kuluessa. Ellei tarkempaa määritystä tehdä, jälkitärytys on mahdollista, jos sauva painuu omalla painollaan massaun. Notkistavan lisäaineen vaikutus tärytykseen on otettava huomioon (SILKO 2.211, 9)

Halkeiluriskin pienentämiseksi liittyvissä rakenteissa vanhan ja uuden rakenneosan lämpötilaero on pidettävä mahdollisimman pienenä lämmittämällä ja lämmöneristämällä vanhempaa osaa.

3.6.5 Pintojen jälkihoito, viimeistely ja suojaus

Betonin yläpinta tasoitetaan ja hierretään suunnitelman mukaiseksi, ennen kuin betonimassa alkaa jäykistyä.

Muotteja on kasteltava 1 – 2 viikon ajan. Mikäli muotit puretaan ennen kuin jälkihoitovaatimus on täyttynyt, pintojen jälkihoito on tehtävä varsinaisella jälkihoitoaineella tai kosteajälkihoitona. Kosteajälkihoito aika on vähintään 7 vuorokautta, elleivät kovettumisolosuhteet vaadi pidempää aikaa. Vesikastelu on paras jälkihoitomenetelmä.

Muottien varhaisessa purkamisessa on varottava rikkomasta rakenteiden särmiä. Lisäksi betonipinnat tulee jälkihoitaa jälkihoitoaineella välittömästi muotin purkamisen jälkeen, sillä muottien poistaminen aiheuttaa pinnoille lämpöshokin, joka aiheuttaa mikrohalkeilua. (SILKO 2.211, 9 ;InfraRYL 2006 2008, 122.)

Varsinaisen jälkihoitoaineen vaikutus vastaa 3,5 vuorokauden kosteajälkihoitoa. Jälkihoitoaineen on oltava Liikenneviraston hyväksymä ja se on tarvittaessa poistettava ennen pinnan suoja-ainekäsittelyä. Tehokkaimmillaan jälkihoidon vaikutus on, kun välittömästi valun jälkeen pinnalle levitetään varhaisvaiheen jälkihoitoaine tai muovikalvo. Hiertämisen jälkeen, kun pinta kestää vettä, se kastellaan sumuttamalla tai varsinainen jälkihoitoaine. Lopuksi pinta suojataan uudelleen tiiviillä peitteellä.

Vesikastelu on kielletty sähköistetyin radan ylikulkusillalla, jos ajojohdoissa on virta.

Mikäli reunapalkkiin ilmestyy halkeamia, ne on välittömästi suljettava imeyttämällä.

Lopuksi reunapalkit suojataan klorideja vastaan impregnoimalla. Impregnointiaine voidaan levittää aikaisintaan kuuden kuukauden kuluttua valusta, ellei tuotekohtaisesti ole sanottu muuta. Reunapalkki voidaan myös pinnoittaa elastisella polymeeripinnoitteella.

4 TARVITTAVAT RESURSSIT

Työntekijöiden määrän vähimmäisvaatimus on työnjohto ja 4 rakennusammattimiestä.

Työhön tarvittavia työvälineitä ovat:

- hydraulinen voimayksikkö, sähköaggregaatti 5 – 9 kW tai kompressori 3 – 7 m³ / min
- vesipiikkauslaite (700 – 1000 bar) tai hydraulinen piikkausrobotti tai hydraulinen puristusmurskain
- kulmahuomakone ja katkaisulaikka tai timanttisaha ja kuivaleikkausterä
- piikkausvasara varusteineen
- pöytäsirkkeli ja porakone
- teräksenleikkuri ja –taivuttaja
- betonisekoitin, työntökärret ja sauvatäryttimiä
- tarvittaessa timanttipora
- tarvittaessa nosturilla varustettu kuorma-auto tai muu nostin huoltokoreineen
- liikenteenohjauslaitteet ja tarvittaessa liikennevalot.

Reunapalkin uusimisessa tarvittavat materiaalit:

- vakiobetoni, joita ovat reseptibetoni, polymeerisementtibetoni tai vastaavat kuivatuotteet (SILKO 3.211) tai itsetiivistyvä betoni tai notkea juotoslaasti (SILKO 3.231)
- raakapontti- tai mitallistettu lauta (SFS 2511) tai mahdollisesti muottivaheri tukineen ja kiinnikkeineen
- tarvittaessa alumiinitanko ja alumiiniprofiili EN AW 6082 (SFS-EN 573-3) ja terästanko ja teräsprofiili S235JRG2 (SFS-EN 10025)
- betoniterästangot A 500 HW (SFS 1215) ja mahdollisesti lyöntiankkurit (Eurooppalainen tyyppihyväksyntä ETA-02-0032) tai kiila-ankkurit (ETA-99-0001)
- muottikangas (InfraRYL osa 3 kohta 42020.1.11 / SYL 3:n kohta 3.3.11)
- tarvittaessa halkeamien imeytysaine (SILKO 3.235)

- impregnointiaine (SILKO 3.252) tai elastinen polymeeripinnoite (SILKO 3.253 / 2.2 tai SILKO 3.815 / 1 ja 2).

5 TYÖTURVALLISUUS

5.1 Työturvallisuus rakennusalalla

Rakennusalan tapaturmataajuus on laskenut tasaisesti. Esimerkiksi vuonna 2005 tapaturmataajuus oli yli 80:n ja vuonna 2013 vastaava luku oli noin 64. Tapaturmataajuudella ilmoitetaan tapaturmien määrä miljoonaa työtuntia kohden. Kuolemaan johtavien ja muiden vakavien tapaturmien määrä on ollut myös laskussa. 1990-luvulla kuoli vuosittain keskimäärin 10 henkilöä vuodessa. 2000-luvulla vastaavanlaisia tapauksia on sattunut vuosittain alle puolet. Vaikkei tapaturmataajuus kerro tapaturmien vakavuudesta, sen avulla voi ennakoida vakavimpien tapaturmien todennäköisyyttä. Yhtä vakavaa tapaturmaa kohden sattuu satoja vaaratilanteita ja pieniä vahinkoja. Puuttamalla pieniinkin tapaturmiin ja tunnistamalla läheltä piti -tilanteet voidaan vaikuttaa vakavien onnettomuuksien riskeihin. (Työturvallisuus rakennusalalla, [viitattu 3.5.2016].) Valtaosa työtapaturmista liittyvät ihmisten toimitaan. Vain alle puolessa on kyse työympäristöstä tai organisatorisista tekijöistä. (Työturvallisuus)

5.2 Vaarat

Rakennusala on työturvallisuuden näkökulmasta tarkasteltuna haasteellinen ala. Rakennusalalla tapahtuu muuttuvien olosuhteiden vuoksi paljon tapaturmia ja lisäksi esimerkiksi korjausrakentamisessa korostuvat kemiallisista altisteista johtuvat terveysongelmat. (Työsuojelu [viitattu 3.5.2016]).

5.2.1 Liikenne

Korjattavilla silloilla ja sen alapuolella kulkee usein työmaaliikenteen lisäksi tie-, rautatie- tai vesiliikennettä. Autoilijoiden piittaamattomuus ja siitä aiheutuva suuri tilanopeus tai kuljettajien oma toiminta aiheuttavat korjaustyötä tekeville onnettomuusriskejä. Liikennealueilla tehtävistä sillankorjaustyömaista on laadittava kirjallinen liikenteenohjaussuunnitelma. Suunnitelmaesimerkki on esitetty edempänä.

Tiellä tehtävät sillankorjaustehtävät vaativat työntekijöitä käymään Tieturva 1 kurssin. Tieturva 2 -kurssi vaaditaan liikennejärjestelyistä ja työturvallisuudesta vastaavien ja työtä valvovien ja liikenteenohjaussuunnitelmia hyväksyvien henkilöiltä Tieturva 1 -kurssin lisäksi. Vilkkaasti liikennöidyillä tiellä on liikenteen ohjaamiseen käytettävä siirrettäviä liikennevaloja, jos tien toinen kaista on suljettuna korjaustöiden vuoksi. (SILKO 1.111, 15)

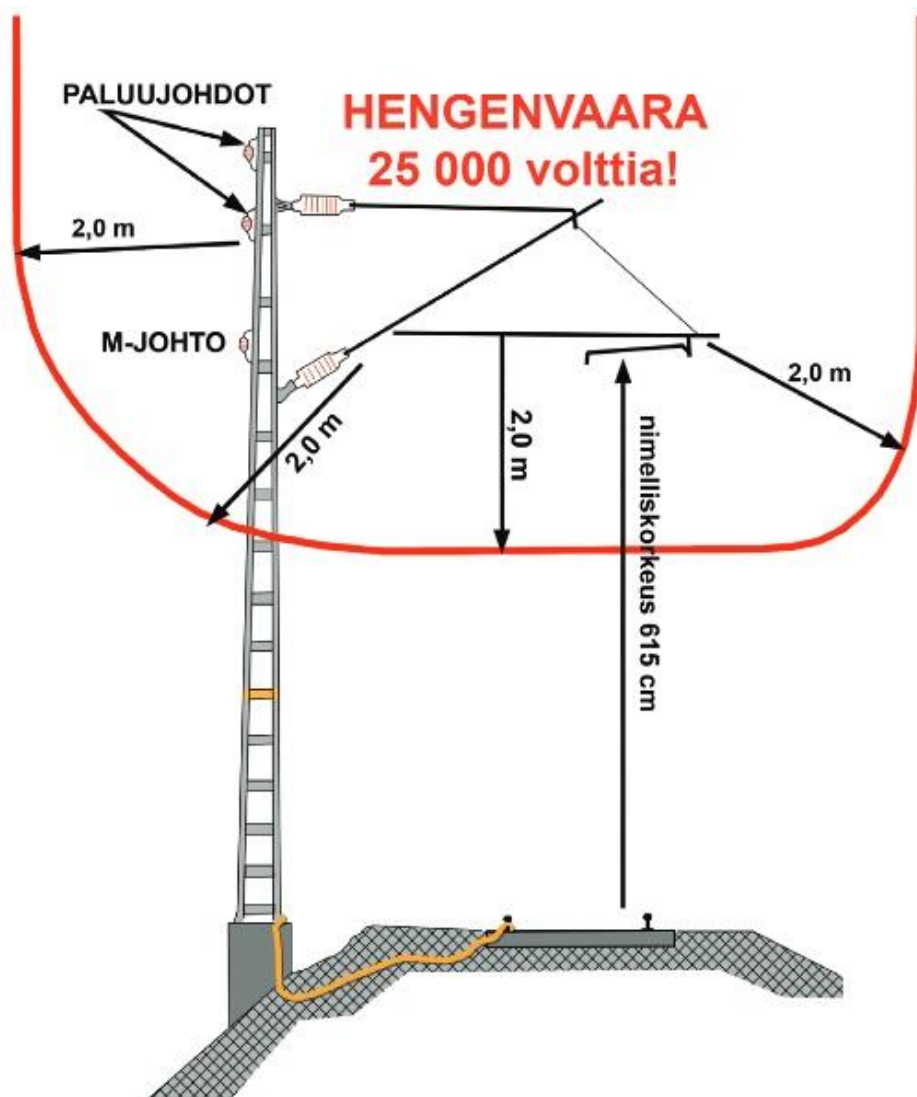
Rautatiealueilla tehtävät korjaustehtävät vaativat ratatyötä tekevien, tarkastavien ja hyväksyvien henkilöiltä Ratatyöturvallisuuspätevyyden (Turva). Rautatiealueella suurimmat riskit aiheuttavat raideliikenne ja jännitteiset ajojohtimet. Suojaetäisyydet jännitteisiin osiin on esitetty kuviossa 5. Näitä etäisyyksiä ei saa alittaa. Ratatyön suojaulottuman (RSU) etäisyys on yksiraiteisella radalla 2,5 metriä lähimmästä kiskosta tai sähköradan pylväslinja. RSU:n sisäpuolella on mahdollista tehdä kevyttä työtä turvamiesmenettelyin, muussa tapauksessa vaaditaan ratatyölupa.

Lupa ratatöihin vaaditaan, jos työ

- estää tai vaarantaa liikennöinnin
- tehdään koneellisesti, jossa työkone tai sen osa ulottuvat suojaulottumaan
- vaikuttaa radan rakenteeseen
- kohdistuu käytössä olevaan turvalaitokseen
- tehdään työkoneella tai ajoneuvolla matkustajalaiturilla
- edellyttää liikennöinnin keskeyttämistä työturvallisuuden takia.

Lupa pyydetään RAILI-puhelimella.

Mikäli työkone tai sen taakka voi työkoneen rikkoutumisen, kaatumisen, vajereiden katkeamisen tms. syyn vuoksi ulottua vähimmäisetäisyyksiä lähemmäksi sähköradan jännitteisiä osia, työkoneen runko on maadoitettava työn ajaksi. Maadoitukseen on käytettävä vähintään yhtä 25 mm² kuparijohdinta. Maadoituksen saa tehdä työhön opastettu henkilö tai sähköalan ammattilainen. (TURO, 68)



Kuvio 5. Suojaetäisyydet radalla (TURO)

Vesistön ylittävillä silloilla on huomioitava alapuolisen liikenteen lisäksi veteen putoaminen ja siitä aiheutuva hukkumisvaara.

5.2.2 Purkutyöt

Huolellisella rakenteiden purkujärjestyksen suunnittelulla madalletaan sortumisvaaraa. Purkujätteiden, työkalujen, tarvikkeiden yms. putoaminen alikulkevaan liikenteeseen, vesistöön tai työntekijöiden päälle estetään suojatelineillä ja -verkoilla.

Työntekijöiden putoamissuojaus on suunniteltava siten, että vältetään suurilta riskeiltä. Esimerkiksi kaiteita ei saa poistaa ennen kuin ryhdytään purkamaan rakennetta, johon kaiteet on kiinnitetty. Työntekijöiden on aina käytettävä henkilösuojaimia.

Purkutöissä on mahdollista käyttää henkilönostinta. Purettava osaa ei saa koskaan laskea henkilönostimen varaan, eikä yleensä myöskään työtelineiden varaan, ellei telineitä ole mitoitettu kestävänsä purkujätteen kuormaa. (Silko 1.111, 16)

5.2.3 Nosto- ja siirtotyöt

Työmenetelmät, rakennusmateriaalit ja työvälineet on valittava siten, että turhilta nostoilta ja huonoilta työasunnoilta vältetään tai ne voidaan ehkäistä kokonaan (A 205/2009, 69 §). Väärän nostoasento aiheuttaa selkävaivoja. Työntekijöitä on opastettava tarpeeksi taakkojen oikeasta käsittelystä sekä vaaroista, joille he ovat alttiina, jos nostot ja siirrot tehdään väärin. (Silko 1.111, 16)

Nostolaitteiden ja nostoapuvälineiden tulee olla asian mukaisia ja työhön soveltuvia. Erityisesti on kiinnitettävä huomiota kappalenostoihin käytettäviin nostoapuvälineisiin, jotta erilaisten kappaleiden kiinnipysyminen varmistetaan. Tarraimilla nostettaessa nosto on yleensä varmistettava ketjuilla.

Nostokoneita käytettäessä voi vaaraa aiheuttaa:

- perustusten pettäminen, jolloin kone voi kaatua
- koneen ja taakan epäsuhde nostoetäisyyteen ja -korkeuteen
- taakan huono kiinnitys
- vika koneen hallinta- ja hydraulijärjestelmässä
- ohittavan liikenteen törmäys koneeseen
- sähkö- ym. johtojen läheisyys, joihin kosketuksesta voi aiheutua sähköisku.

(Silko 1.111, 16)

5.2.4 Tavaranoستot

Kuormat puretaan usein kuormausnosturilla. Tarvittavat nostoapuvälineet on valittava kuorman ja olosuhteiden mukaisesti. Kuormia tehtäessä on noudatettava huolellisuutta taakan putoamisen ja hajoamisen estämiseksi. Tavaranoستuripaikan kantavuudesta ja tasaisuudesta liikuttamisen kannalta on varmistettava. Purkupaikka ei voi olla työmaaliikenteen kulkutiellä.

5.2.5 Henkilönostot

Henkilöitä saa ainoastaan nostaa kyseiseen tarkoitukseen valmistetulla laitteella, henkilönostimella. Henkilönostoja voidaan suorittaa tietyissä poikkeustapauksissa tavaroiden nostamiseen tarkoitettulla nosturilla tai haarukkatrukilla määrätään seuraavaa (A 1101/2010, 25 a §):

Jos henkilöiden nostamiseen valmistetun laitteen tai muun vastaavan työmenetelmän käyttö ei ole suunnitellussa työssä tarkoituksenmukaista tai turvallista, henkilöiden nostamiseen voidaan poikkeuksellisesti käyttää tavaroiden nostamiseen valmistettua nosturia tai oman voimakoneen avulla liikkuvaa haarukkatrukkia tässä luvussa säädetyin lisäedellytyksin.

Nosturin käyttö henkilönostoissa on sallittua ainoastaan vain silloin, kun näkyvyys on hyvä ja tuuli ei aiheuta vaaraa työturvallisuudelle. Nosturin kuljettajalta vaaditaan työhön kirjallinen lupa työnantajalta. Työnantajan on varmistuttava ennen luvan antamista, että nosturin kuljettajalla on riittävät taidot ja kyvyt turvallisen henkilönoston suorittamiseen. Nosturin kuljettajan ja henkilönostokorissa työskentelevän henkilön on keskenään sovittava merkinantojärjestelmästä. Työturvallisuus syistä nosturin kuljettajan on pysyttävä koko noston ajan ohjaamossa tai hallintalaitteiden välittömässä läheisyydessä. Nostokorissa työskentelevän on käytettävä turvavaljaita ja henkilökohtaisia suojaimeja. Nosturin tukijalkojen tulee olla tukiasennossa ja alustan kantavuus on varmistettava.

5.2.6 Kuljetus ja varastointi

Vaarallisten aineiden säännösten vastaisesta kuljetuksesta tai varastoinnista voi aiheutua vaaraa sekä kuljetukseen tai varastointiin osallistuville että ympäristölle. (SILKO 1.111, 19)

Syntyvät jätteet on aina kerättävä ja lajiteltava. Materiaali, joka ei kelpaa kierrätykseen on kuljetettava kaatopaikalle tai tarvittaessa ongelmajätelaitokseen. Paikallisesta jätehuoltoyhtiöstä on saatavissa kullakin paikkakunnalla noudatettavista määräyksistä. (SILKO 1.111, 19)

Räjähteitä, nestekaasupulloja, palavia nesteitä ja öljyjä saa työmaalla olla vain päivittäiseen käyttöön. (SILKO 1.111, 19)

Vaarallisten aineiden astioiden tulee olla ehjiä ja merkitty REACH-asetuksen mukaisesti ennen varastointia. (SILKO 1.111, 19)

Kumibitumiliuoksilla on alhainen leimahduspiste (+21...+55 °C). Kemikaalilain mukaan kyseiset aineet luokitellaan syttyviksi, palaviksi nesteiksi, joten niitä varastotaessa on noudatettava *Kauppa- ja teollisuusministeriön päätöstä palavista nesteistä (313/85)* ja käyttöturvallisuustiedotetta. (SILKO 1.111, 19)

Vaarallisten aineiden ja jätteiden kuljetus voidaan antaa erikoistuneen kuljetusliikkeen tehtäväksi. (SILKO 1.111, 19)

5.2.7 Hitsaus-, polttoleikkaus- ja hiontatyöt

Metalleja työstettäessä, käsiteltäessä, hitsatessa ja polttoleikatessa työntekijä voi altistua mahdollisille haittatekijöille. Työntekijä voi sairastua metallikuumeeseen sinikittyjä, kuparia tai magnesiumia sisältävien aineiden ja esineitä hitsattaessa ja polttoleikatessa. Kyseisten aineiden pölykin voi aiheuttaa metallikuumeen oireita kiillotettaessa ja hiottaessa näitä metalleja. Metallikuumeen ensioireita ovat kuiva yskä ja kurkkukipu. Muutaman tunnin kuluttua ilmenee vilunväreitä, raajasärkyä ja kovaa kuumetta. Oireet voivat kestää vuorokauden. Toipuminen on täydellistä.

Alumiinia voi imeytyä elimistöön hitsauksen yhteydessä niin suuria määriä, että se vaikuttaa keskushermoston muistia ja tarkkaavaisuutta sääteleviin toimintoihin.

Hitsaus- ja polttoleikkaustöissä on huomioitava, että metallin pinnoitteesta voi haihtua hengitykselle vaarallisia yhdisteitä. Kyseisissä töissä on oltava erittäin hyvä ilmanvaihto tai paikallispoisto. Tehokasta paikallispoistoa ei voida käyttää, jos hitsataan suojakaasulla. Työntekijöiden on käytettävä henkilökohtaisia hengityksensuojaimia. Lisäksi hitsaus- ja polttoleikkaustöissä vaaditaan työntekijöiltä ja työnjohdolta voimassa olevaa tulityökorttia.

Hiontatöissä hiontaraiskeiden pääsy silmiin estetään käyttämällä hyväksyttyjä silmiensuojaimia, joissa on sivusuoja. Metallien ja niiden pinnoitteiden hiontapölyä on vältettävä. Hyväksyttyjä pölysuojaimia suositellaan käytettäväksi altistumisen välttämiseksi. (SILKO 1.301, 38)

5.2.8 Palovaara

Voimassa oleva tulityökortti vaaditaan työntekijöiltä ja työnjohtajilta, kun suoritetaan palovaaraa aiheuttavia töitä.

Huomioitavaa on, että polttoleikkaus-, hitsaus-, hiontatöissä kipinäsuihku ei osu mihinkään helposti syttyvään tai palavaan materiaaliin. Tällaisia materiaaleja ovat mm. kreosootilla kyllästetyt puukannet, bitumiset eristysmateriaalit, puutelineet ja sääsuojat.

Työntekijöiden suojavaatteiden tulee olla puuvillaisia, mielellään palosuojattuja. Nahkaista suojaesiliinaa on mahdollista käyttää. Keinokuituiset vaatteet ovat herkkiä syttymään kipinästä ja sulavat helposti.

Työkohteessa on oltava alkusammutuskalusto.

5.2.9 Sukellustyöt

Sukellustöissä vakavimpia riskejä ovat liian nopeiden paineiden vaihtelujen aiheuttama keuhkorepeämä tai sukeltajantauti. Kumpikin tapaus edellyttää välitöntä ensiaputoimenpiteitä tapahtumapaikalla sekä potilaan nopeaa toimittamista jatkohoitoon sairaalaan, jossa on painekammio ja muut valmiudet sukellusonnettomuustilaan hoitoon.

Sukellusonnettomuusriskiä kasvattavat suuri sukellussyvyys, huono näkyvyys, voimakas aallokko ja veden virtaus. Syvällä sukeltaessa on noudatettava tarkasti vaadittua nousunopeutta ja dekompressiota. Huono näkyvyys vaikeuttaa työkoneiden käyttöä ja lisää kiinnitakertumisen riskiä huomattavasti. Voimakas virtaus tai aallokko voi kuljettaa sukeltajan työkohteesta ja johtaa kiinnitakertumiseen tai painautumiseen rakenteita vasten tai nostaa sukeltajan pintaan vaarallisen nopeasti.

Kylmissä tai muuten vaikeissa olosuhteissa tulisi aina mahdollisuuksien mukaan tehdä sukelluksia, jotka eivät edellytä dekompressiopysähdyksiä. Tällöin sukellus voidaan tarvittaessa keskeyttää, jos ongelmia ilmenee. Kylmyys ja ilman kosteus voivat aiheuttaa sukelluslaitteiden jäätyvän. Kylmä vesi lisää itsessään sukeltajan hypotermia riskiä. Sukelluspuvun rikkoutuessa vakava hypotermia voi iskeä nopeasti.

Saastuneissa vesissä sukeltaminen vaatii kypärää tai maskia, jolla vähäinenkin veden pääsy kypärän tai maskin sisään voidaan estää esimerkiksi ylipaineen avulla. Sukellustöitä avustavien henkilöiden suojaamiseen on kiinnitettävä huomiota tällaisissa olosuhteissa.

Pinnalta käytettävien ja ohjattavien koneiden kanssa on todella riskialtista, koska lähes poikkeuksetta koneen käyttäjä ei näe sukeltajaa ja työkohdetta. Tällaiset työt vaativat erityisjärjestelyjä yhtenäisten toimintatapojen ja yhteydenpidon suhteen.

Sukeltajien on kiinnitettävä erityistä huomiota työvälineiden aiheuttamaan meluun, koska vesi johtaa ääntä paremmin kuin ilma, jolloin melun vaikutus on huomattavasti suurempi.

Sähköisku tai räjäytyksen paineaalto ovat hengenvaarallisia sukeltajalle. Työmaalla, jossa tehdään vedenalaisia kaivu- tai räjäytystöitä on huolehdittava siitä, ettei sukeltaja ole vedessä silloin, kun kaivetaan sähkökaapelin läheisyydessä tai räjäytyspaikan läheisyydessä.

5.2.10 Telineet ja kaiteet

Työtelineitä koskevista suunnitelmista ja telineiden käytön turvallisuudesta seuraa vaa (A 205/2009, 51 §):

Työntekijöille on järjestettävä tarpeelliset työ- ja suojatelineet kaikissa sellaisissa töissä, joita ei voida muuten turvallisesti tehdä.

Telineet on suunniteltava ja valmistettava siten, että niillä on riittävä lujuus, jäykkyys ja seisontavakavuus kaikissa pystytys- ja purkuvaiheissa sekä telineen käytön aikana. Telineet on perustettava siten, ettei haitallisia painumia tai siirtymiä synny. Telineissä on oltava asian mukaiset ja turvalliset työtasot ja kulkutiet.

Telineen lujuus osoitetaan riittäväksi standardien, elementtitelineiden käyttöohjeiden tai muiden vastaavien asiakirjojen sisältämien kokonais- tai osaratkaisujen perusteella. Jos tällaisia kokonais- tai osaratkaisuja ei käytetä, on oltava asiantuntijan laatimat telineiden ja kulkurakenteiden lujuuslaskelmat ja piirustukset. Telineet ja niihin liittyvät laitteet on asennettava ja niitä on käytettävä suunnitelmien mukaisesti.

Telineiden suurin sallittu kuorma on ilmoitettava telineitä käyttäville esimerkiksi telinekortilla tai muulla vastaavalla tavalla.

Putoamisvaaran välttämiseksi työ on järjestettävä ja ajoitettava oikein. Sillan kaiteiden poistaminen aloitetaan vasta, kun se on työn kannalta välttämätöntä. Kaiteiden poiston jälkeen työskennellään ensisijaisesti henkilönostimen avustuksella tai toissijaisesti turvavaljaiden avulla.

Siltoja on sortunut rakennusvaiheessa, kun telineet on suunniteltu tai rakennuttu väärin; niiden tai telineiden sortuminen aiheuttaa vaaratilanteita myös alapuolella olevalle liikenteelle. Toisaalta rakenteet voivat sortua ajoneuvon törmäyksestä.

5.2.11 Melu ja värinä

Melusta voi aiheutua kuulovaurioita ja välillisesti lisätä tapaturmariskiä huomiokyvyn heikentyessä. Melu saattaa estää kuulemasta lähestyvää ajoneuvoa tai junaa. Kuulovaurio voi olla tilapäinen tai pysyvä. Tilapäinen kuulovaurio voi aiheutua hetkellisenkin melun seurauksena ja saattaa esiintyä seuraavanakin päivänä. Jatkuvalle melulle altistuminen kehittää vähitellen pysyvän kuulovaurion vuosien aikana.

Tärinä on kiinteissä kappaleissa etenevää värähtelyä. Tärinä voi kohdistua koko kehoon tai pelkästään yläraajoihin. Käsien tuettavat työkalut, kuten kallioporakone, paineilmasasara ja -taltta, aiheuttavat voimakasta tärinää yläraajoihin. Tärinästä aiheutuu verisuonten supistumiskohtauksia, ääreishermoston vaurioita sekä nivelrikkoja. Yleisin tärinäsairauden oire on valkosormisuus. Tärinän taajuus ja voimakkuus, tärinätyön kesto, työn tauotus, käytettävät työmenetelmät, työkoneen tyyppi, työssä tarvittava voima ja sen suunta sekä työasento vaikuttavat tärinän vaarallisuuteen.

5.2.12 Pöly, savu ja haurut

Betonirakenteita tai kiveä piikattaessa sekä suihkupuhdistustöissä syntyy aina pölyä. Paineilmakäyttöisissä vasaroista vapautuva ilma levittää pölyä enemmän kuin hydrauliset vasarat. Pölyistä ja hauruista aiheutuu pääasiassa hengityselinsairauksia. Pölyssä oleva myrkyllinen aine voi vaikuttaa muuallekin kehoon. Lisäksi pölyt voivat aiheuttaa ihottumia.

5.2.13 Vaaralliset aineet

Kemikaaliluettelot ja käyttöturvallisuustiedotteet on oltava työntekijöiden nähtävillä työmaalla (A 205/2009, 70 §). Kemikaalilain mukaan vaaralliseksi aineeksi luokitellaan kemikaali, joka kemiallisten ominaisuuksiensa vuoksi aiheuttaa jo vähäisenä määränä haittaa ihmisen terveydelle elimistöön joutuessa. Kemikaalit voivat aiheuttaa työpaikalla haittoja ja vaaroja. Näitä ovat ärsytys ja epämiellyttävä haju, lyhyt- ja pitkävaikutteiset vaikutukset työntekijöiden terveyteen, ihottumat, tapaturmat ja ke-

mikaalionnettomuudet. Elimistöön joutunut ainemäärä, altistumisaika, aineen kemialliset ja fysikaaliset ominaisuudet sekä myrkyllisyys ja ihmisen henkilökohtainen herkkyys aineelle vaikuttavat terveyshaittojen syntymiseen. Aineiden vaarallisuus on merkitty pakkaukseen.

Sillankorjaustöissä polymeerit ovat yleisimpiä käytettäviä vaarallisia aineita. Polymeerit aiheuttavat tavallisimmin ärsytys- ja allergista ihottumaa, hengitystie ärsytys- ja tulehdusoireita sekä astmaa.

Betonimassan emäksisyydestä johtuen se voi aiheuttaa syöpymiä pitempiaikaisessa altistuksessa. Myös betonin sisältämät lisäaineet voivat aiheuttaa allergisia reaktioita.

Solumuovilevyjen kytissä tai palaessa niistä syntyy myrkyllisiä kaasuja.

Kumibitumi voi aiheuttaa vedeneristystöissä palovammoja.

Suolakyllästetyn puun pöly voi ärsyttää hengitysteitä. Kreosoottikyllästetyn puun kreosootti voi ärsyttää ihoa.

5.2.14 Muut vaarat

Siltojen korjaustöissä muita esiintyviä vaaroja ovat

- naulaan astuminen
- vesipiikkauksessa irtoavat betonikappaleet tai letkun irtoaminen
- kivien sinkoilu betonoitaessa
- hukkaroiskeet ruiskubetonoitaessa
- sähköiskun vaara
- palovaara.

5.3 Suojautuminen

Rakennusallalla kehitetään jatkuvasti työturvallisuutta. Alalla onkin menty viime vuosina huomattavasti eteenpäin työturvallisuudessa. Kehityksen taustalla on toimintatapojen ja lainsäädännön muuttaminen. Esimerkiksi henkilösuojainten käyttö on yleistynyt huomattavasti. Turvallisuus on monissa yrityksissä otettu osaksi jokapäiväistä toimintaa. Yritykset ovat havainneet ja ymmärtäneet, että hyvä työturvallisuus ja tapaturmien vähentyminen parantavat paitsi henkilöstön hyvinvointia ja yrityksen mainetta ja taloudellista tulosta.

5.3.1 Yleisjärjestelyt työmaalla

Valtionneuvoston asetuksessa 205/2009 luvussa 6 ja 35 §:ssä on esitetty työmaan yleiset työturvallisuusmääräykset. Työmaan työturvallisuudesta ja liikennejärjestelyistä vastaa kohteeseen nimetty vastaava työnjohtaja.

Yleisjärjestelyissä on otettava huomioon muun muassa valaistus. Työturvallisuuden sekä työn onnistumisen ja laadunvalvonnan kannalta kohteessa on oltava riittävä ja sopiva yleisvalaistus. Tarvittaessa yleisvalaistuksen lisäksi voidaan käyttää sopivia kohdevalaisimia. Erityisesti kulku- ja kuljetusteillä on oltava riittävä valaistus. Valaistuksessa ei saa olla suuria valaistuseroja. Valaisimet on suunnattava siten, että ne eivät häikäise kohteen ohi kulkevaa liikennettä tai estä kuljettajaa havaitsemasta opasteita ja merkkejä.

Vesistöillä vesiliikenteen on päästävä kulkemaan esteettömästi telinerakenteista huolimatta. Silta-aukon ja väylän merkinnässä korjaustöiden aikana voidaan käyttää vesiliikennemerkkejä, väylässä viittoja tai muita merenkulun turvalaitteita. Silta-aukon ja väylän väliaikaisesta rajoittamisesta ja sen merkinnästä virallisilla väylillä ja muilla vesiliikenteen käyttämillä reiteillä tehdään ilmoitus Liikenneviraston väyläpidosta vastaavalle yksikölle, joka päättää rajoitusten maastoon merkitsemisestä ja niistä tiedottamisesta. Vastuu vesilain ja siltahanketta koskevan lupapäätöksen noudattamisesta on hankkeesta vastaavalla (SILKO 1.111, 25).

Muita huomioitavia asioita ovat esimerkiksi:

- Sähkölaitteet sijoitetaan siten, etteivät ne rikkoutu helposti eivätkä aiheuta kompastumisen tai sähköiskun vaaraa. Ajoteillä olevat kaapelit suojataan ajoneuvojen aiheuttamilta rasituksilta tai ripustetaan riittävän ylös.
- Rakennusmateriaalien ja -tarvikkeiden oikeanlainen varastointi.
- Telineet, suojakaiteet ja kulkutiet ovat määräysten mukaiset.
- Kyllästetyn puutavaran työstöä työmaalla on vältettävä tilaamalla puutavara määrämittäisenä.

5.3.2 Perehdyttäminen

Kaikki työntekijät tulee perehdyttää työmaalle ennen kuin he voivat aloittaa työt. Perehdytyksessä käsitellään työpaikan olosuhteita, oikeita ja turvallisia työtapoja, koneiden ja laitteiden toimintaa, toimintaa häiriö-, onnettomuus- ja vaaratilanteissa. Opastuksessa on hyvä korostaa henkilökohtaisten suojainten oikeaa käyttöä ja merkitystä. Perehdytyksen tarkoituksena on vähentää työstä aiheutuvaa riskiä tapaturmaan tai sairastumiseen.

5.3.3 Työ- ja suojatelineet

Telineet voivat olla elementtirakenteiset tai paikalla rakennuttu. Elementtitelineissä noudatetaan valmistajan käyttöohjeita tai laadittava telineen rakennesuunnitelma. Paikalla rakennettavista telineistä tulee laatia rakennelaskelmat. Työ- ja suojatelineet voidaan ottaa käyttöön vasta käyttöönottotarkastuksen jälkeen. Tarkastuksessa varmistetaan, että telineet ovat käyttöohjeen ja/tai telinesuunnitelman mukaiset. Tarkastuksesta tehdään merkintä telinekorttiin. Telineet tulee tarkistaa työn toteutuksen aikana säännöllisin väliajoin. Telineiden osat kannattaa myös tarkistaa telineiden purkamisen yhteydessä.

5.3.4 Suojautuminen kemikaaleilta

Vaarallisista aineista on työpaikalla oltava aina työntekijöiden saatavilla suomenkielinen tai tarvittaessa ruotsinkielinen käyttöturvallisuustiedote. Työpaikalla tulee olla myös luettelo kaikista työpaikalla käytettävistä kemikaaleista. Mikäli työntekijän altistumista vaarallisille pölyille tai kemikaaleilla ei voida luotettavasti arvioida, työnantajan tulee tehdä säännöllisiä mittauksia ja aina kun olosuhteissa tapahtuu työntekijän altistumista lisäävä muutos. (A 715/2001)

5.3.5 Henkilösuojaimet

Jokaiselta työskentelevällä henkilöllä on oltava näkyvillä kuvallinen henkilökortti tai henkilön tunniste. Henkilökortista tai -tunnisteesta on käytävä ilmi, että onko kyseinen henkilö itsenäinen työnsuorittaja vai työsuhteessa oleva työntekijä. Henkilötunnisteeseen on kirjattava yrityksen nimi, henkilön nimi ja veronumero.

Työnantajan on tarjottava työntekijöille tarvittavat henkilösuojaimet estämään työntekijöiden altistuminen kemiallisille tai fysikaalisille haittatekijöille. Ennen henkilösuojainten valintaa työnantajan on arvioitava työssä esiintyvät vaarat, joiden välttämiseksi tai rajoittamiseksi henkilösuojaimia on käytettävä. Työntekijän tulee käyttää hänelle annettuja henkilösuojaimia. Työskenneltäessä työntekijöiden on aina käytettävä vähintään 2. luokan suojavaatetusta, jotka samalla toimivat varoitusvaatteina. Kaikkien henkilösuojaimien on oltava CE-merkittyjä.

Siltatyömaalla on työntekijöiden aina käytettävä edellä mainittujen suojavaatetuksen lisäksi seuraavia suojarusteita:

- kuulosuojaimilla ja silmäsuojalla varustettu kypärä
- turvajalkineet.

5.4 Muuta huomioitavaa

Mikäli rautatiealueella työskenneltäessä alitetaan minimi suojaetäisyys, eikä sähköturvallisuudesta voida varmistua, on suoritettava jännitekatko. Jännitekatkosta on

tehtävä kirjallinen kytkentäohjelma, pois lukien nopeaa korjausta vaativat vika- ja vauriotilanteet. Häätätilanteessa jokainen henkilö voi vaatia käyttökeskukselta laitteiston osan erottamista jännitteettömäksi. Erottaminen on tehtävä välittömästi. (Sähkörataohje, 19)

5.5 Valvonta

Urakoitsijan on laadittava työmaasta työturvallisuussuunnitelma, jonka tilaaja tarkistaa, työmaan alkukokoukseen mennessä. Rakennuttajan asettaman valvontaorganisaation tehtävänä on seurattava, että tarvittavat yksityiskohtaiset suunnitelmat tehdään ajoissa työturvallisuuden takaamiseksi.

Yhteisellä rakennustyömaalla työnantajilla on mahdollista olla yhteinen työsuojelupäällikkö. Mikäli työpaikassa työskentelee säännöllisesti vähintään 10 henkilöä, tulee heidän valita keskuudestaan työsuojeluvaltuutettu ja kaksi varavaltuutettua. Myös työsuojeluvaltuutettu voi olla yhteinen. Pää toteuttajan tehtävänä on työmaan alkukokouksessa esittää työmaan työsuojeluorganisaatio.

Pää toteuttajan tehtävänä on tehdä lainmukaiset tarkastukset. Tilaajan edustaja tarkistaa työmaakokouksissa, että tarkastukset on suoritettu ja niistä on tehty pöytäkirjat, ja että niissä luetellut mahdolliset puutteet on korjattu.

6 LIIKENTEENOHJAUSSUUNNITELMA

6.1 Suunnitelma

Esimerkki liikenteenohjaussuunnitelmasta on esitetty liitteessä 3.

6.2 Tienkäyttäjien tarpeet ja turvallisuus

Kaikki alueella työskentelevät henkilöt varustetaan vähintään 2. luokan turvavaateuksella.

Liikenteenohjaajat varustetaan 3. luokan turvavaateuksella ja liikenteenohjaajan varustein.

Kaikki alueella työskentelevät työkoneet on oltava varustettu varoitusvilkuilla, peruutussummerilla ja alkusammutuskalustolla.

6.3 Työmaaliikenne

Työkoneiden työskentelystä urakka-alueella ei saa aiheutua tarpeetonta vaaraa muulle liikenteelle. Maamassojen viennin ja materiaalitoimitusten tuonnin järjestelyt tulee valita sellaisiksi, ettei niistä aiheudu liikenteelle kohtuutonta haittaa tai vaaratilanteita.

6.4 Työntekijöiden turvallisuus

Jokaisella työkohteessa työskentelevällä tulee olla työkohteen vaatimat turvallisuuskortit voimassa.

Työntekijöiden turvallisuudesta huolehditaan käytössä olevin suojavälinein. Työntekijöiden turvallisuutta seurataan päivittäin työmaalla. Jokainen työntekijä on velvollinen ilmoittamaan havaitessaan vakavan puutteen tai vaaran. Työt tulee keskeyttää puutteen korjaamisen ajaksi.

6.5 Työmaan hoitaminen

Työmaalla tarvittavien väliaikaisten liikennemerkkien pystytyksestä, siirrosta ja poistosta huolehtii erikseen nimetty vastuuhenkilö. Vastuuhenkilö huolehtii merkkien ja varoituslaitteiden kunnosta sekä, että käytössä olevat laitteet ja merkit ovat ehjiä ja puhtaita. Liikenteenohjauksesta vastaa työajan ulkopuolella N. N. puhelin 000 – 1234567

Tilapäisten nopeusrajoitusten asettamisesta ja poistamisesta pidetään työmaapäiväkirjaa.

Työkoneet eivät saa työajan ulkopuolellakaan aiheuttaa vaaratilanteita muulle liikenteelle

6.6 Työmaasta tiedottaminen

Työmaasta ilmoitetaan LAITOS / PUHELINNUMERO sekä laaditaan lehdistötiedote yhdessä tilaajan kanssa

6.7 Yhteistyö tilaajan kanssa

Tilaajan yhteystiedot

n.n@tilaaja.fi

Tilaajan organisaa- tio	Puh / Sähköposti	Sijainen
Tilaajan edustaja NN		TT
Tilaajan valvoja MM		OO
Tilaajan asiantuntija silta-asioissa PP		SS

Urakoitsijan organi- saatio	Puh / Sähköposti	Sijainen
Työpäällikkö AA		RR
Projektipäällikkö BB		FF
Laatu- ja työsuojelu- päällikkö CC		VV
Liikenteenjärjeste- lyistä vastaa DD		GG

6.8 Toimintaohjeet onnettomuuden sattuessa

Vakavan onnettomuuden sattuessa ota yhteys yleiseen hätänumeroon 112 ja toimi seuraavien ohjeiden mukaisesti.

- Kerro mitä on tapahtunut.
- Kerro tarkka osoite.
- Vastaa esitettyihin kysymyksiin.
- Toimi annettujen ohjeiden mukaisesti.
- Lopeta puhelu vasta, kun olet saanut siihen luvan.
- Katso, että työt on keskeytetty uusien tapaturmien välttämiseksi.

Puhelun jälkeen huolehdi liikenteenohjauksesta ja varoita muuta liikennettä lisävahinkojen estämiseksi. Anna ensiapua saatujen ohjeiden mukaisesti.

7 YHTEENVETO

Työssä käsiteltiin teräsbetonisen ylikulkusillan reunapalkin uusimisessa huomioitava asioita ja työvaiheita. Työn tarkoituksena oli koota yhteen erilaisia asioita, joita tulee ottaa huomioon sillankorjauskohteissa ja luoda näistä työkalu, jota työntekijät ja työnjohtajat voisivat hyödyntää työmaalla.

Vaurion kuvauksessa esiteltiin betonipinnan vaurion syntymekanismia ja sen aiheuttajia. Vaurion korjaaminen ja eri työvaiheiden sisältö selvitettiin Liikenneviraston Siltojen korjausohjeiden "Työkohtaiset laatuvaatimukset"-kansion ohjeista, josta tuli työn pääasiallinen lähde muiden kirjallisten lähteiden vähyyden vuoksi.

Opinnäytetyötä on mahdollista hyödyntää työmaalla esimerkiksi kun joudutaan miettimään vaihtoehtoisia ratkaisuja eri työmenetelmiin ja -vaiheisiin. Työhön sisältyi myös käytännössä valmis pohja liikenteenohjaussuunnitelmalle, jota on mahdollista hyödyntää suunnitelmaa laatiessa. Työturvallisuuteen liittyviä ohjeita on mahdollista soveltaa muussa rakentamisessa myös.

LÄHTEET

- A 1101/2010. Valtioneuvoston asetus työvälineiden turvallisesta käytöstä ja tarkastamisesta annetun valtioneuvoston asetuksen muuttamisesta.
- A 205/2009. Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta.
- A 715/2001. Valtioneuvoston asetus kemiallisista tekijöistä työssä.
- InfraRYL 2006. 2008. InfraRYL 2006: infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset. Osa 3, Sillat ja rakennustekniset osat: sillat ja erittelemättömät betoni-, teräs- ja puurakenteet. Helsinki: Rakennustieto.
- SILKO 2003. Siltojen korjaus-kansiot. Helsinki: Tiehallinto, Siltayksikkö.
- SYL 3. 2005. Sillanrakentamisen yleiset laatuvaatimukset Betonirakenteet - SYL 3. [Verkkojulkaisu]. Tiehallinto. [Viitattu 15.4.2016]. Saatavana: http://alk.tiehallinto.fi/sillat/julkaisut/syl/syl3_2005v.pdf
- Sähkörataohjeet. 2009 [Verkkojulkaisu]. Helsinki: Ratahallintakeskus. [Viitattu 2.4.2016]. Saatavana: http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf4/rhk_b22_sahkorataohjeet_web.pdf
- TURO. 2015. Radanpidon turvallisuusohjeet (TURO). [Verkkojulkaisu]. Helsinki: Liikennevirasto. [Viitattu 10.4.2016]. Saatavana: http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lo_2015-06_turo_web.pdf
- Tutkimusselostus. 2006 Korroosion ainetta rikkomattomat tutkimusmenetelmät. [Verkkojulkaisu]. VTT. [Viitattu 26.3.2016]. Saatavana: http://alk.tiehallinto.fi/sillat/julkaisut/korroosio_selostus_vtt_2006.pdf
- Työsuojelu. 2015 [Verkkosivusto]. Työsuojeluhallinto. [Viitattu 3.5.2016]. Saatavana: <http://www.tyosuojelu.fi/tyoolot/rakennusala>
- Työturvallisuus. [Verkkosivusto]. Rakennusteollisuus. [Viitattu 3.5.2016] Saatavana: <https://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoa-alasta/Tyoturvallisuus/>
- Työturvallisuus rakennusosalalla. Ei päiväystä. [Verkkosivusto]. Rakennusteollisuus. [Viitattu 3.5.2016]. Saatavana: <https://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoa-alasta/Tyoturvallisuus/Tyoturvallisuus-rakennusosalalla-perustietoa/>

LIITTEET

LIITE 1. Reunapalkin rakentamisen vaiheet

LIITE 2. Esimerkki aikataulusta

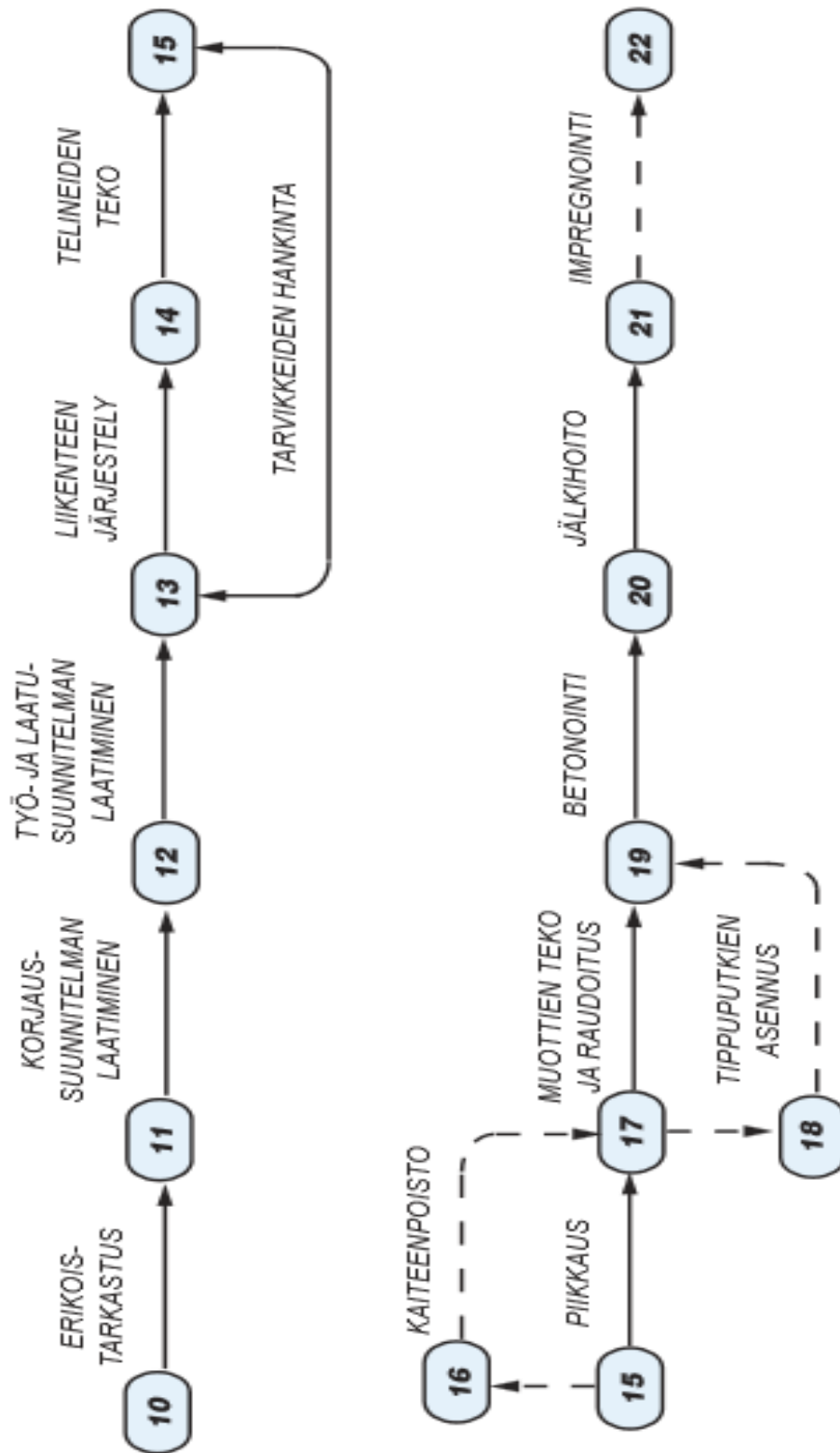
LIITE 3. Esimerkki liikenteenohajussuunnitelmasta

LIITE 4. Kustannusarvio

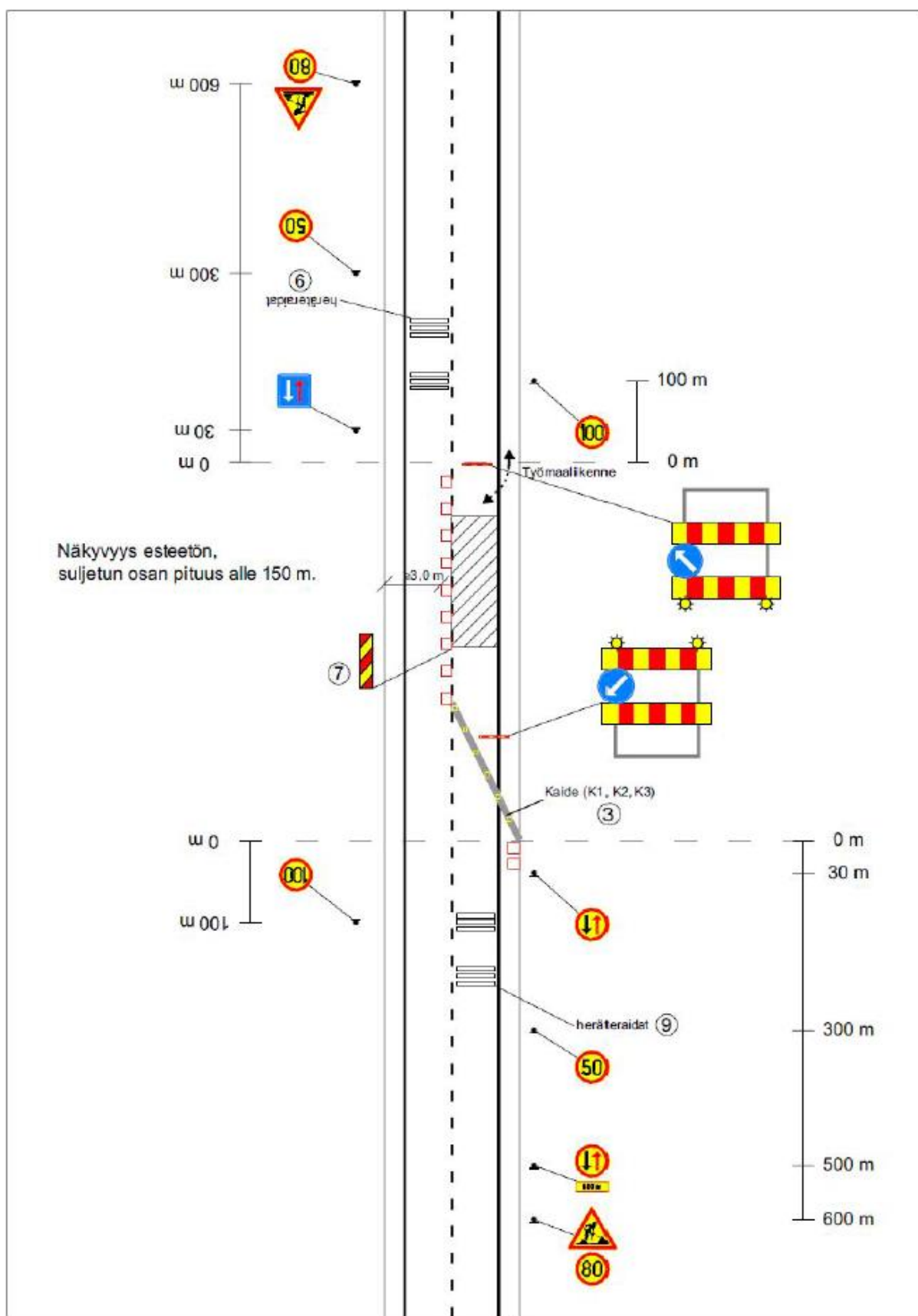
LIITE 5. Ratatyön suojaulottuma (RSU)

LIITE 6. Siltaa kohdistuvat rasitukset

Liite 1. Reunapalkin rakentamisen vaiheet



Liite 3. Esimerkki liikenteenohjaussuunnitelmasta



Liite 4. Kustannusarvio

	TOIMENPIDE	Yksikkö	Määrä	á-hinta	yht. €
1	PURKUTYÖT				
1.1.	Sillan kaiteiden johteiden purku	jm	196	10	1960
1.2.	Pintarakenteiden purku				
	-ajoradalla	m2	242	50	12100
	*päällyste 110 mm				
	*suojabetoni 42 mm				
	*vesieriste 7 mm				
	-jalkakäytävällä	m2	242	50	12100
	*päällyste 38...43 mm				
	*kevytsorabetoni 150 ... 160 mm				
	*vesieriste 5 mm				
1.3.	Reunapalkkien vesipiikkaus, < 20 mm	m2	70	100	7100
1.4.	Reunapalkkien vesipiikkaus, < 70 mm	m2	37	180	6660
1.5.	Poikki-, pääty- ja pääkannattajapalkkien vesipiikkaus, < 25 mm	m2	225	120	27000
1.6.	Kansilaatan alapinnan (palkkien välistä) vesipiikkaus, < 25 mm	m2	108	100	10800
1.7.	Päällysrakenteen korroosioauriokohtien piikkaus, < 30 mm (päätyulokkeiden alapinnat)	m2	6	100	600
1.8.	Vesieristysalustan tasovesipesu korjausalustaksi	m2	484	60	29040
1.9.	Tippuputkien poisto	kpl	28	130	3640
1.10.	Kaivutyöt sillan päissä	m3	18	20	360
1.11.	Laadunvarmistus, vetokokeet kannen yläpinnasta tasovesipesun jälkeen	kpl	5	150	750
1.12.	Laadunvarmistus, vetokokeet ruiskubetonoitavista pinnoista vesipiikkauksen jälkeen	kpl	7	150	1050
					113160

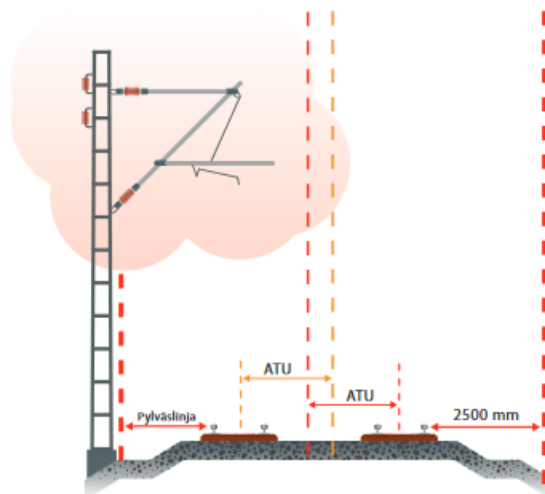
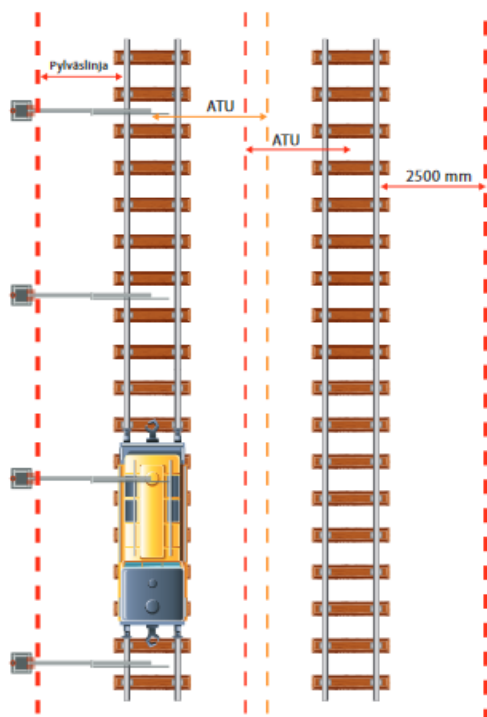
2	KORJAUSTYÖT				
2.1.	Alusrakenne				
2.1.1.	Maatukien irrallisten kivien kiinni pulttaus	kpl	2	100	200
					200
2.2.	Päällysrakenne				
2.2.1.a	Kannen yläpinnan tasaus epoksihiekkapaikkauksilla, arvio	dm3	143	40	5720
2.2.1.b	Muotoiluvalu min. 20 mm (mikäli tehdään)	m3	10	4840	48400
2.2.2.	Päällysrakenteen haleamien injektointi epoksilla	m3	45	165	7425
2.2.3.	Päällysrakenteen betonipintojen kunnostus, laastipaikkaus, sisältää terästen suojauksen (päätyulokkeiden alapinnat)	m2	6	200	1200
2.2.4.	Reunapalkkien yläpinnat valu ~ 70 mm, sis:	m3	3	2500	7500
	-telineet				
	-muotit				
	-betonoinnin C35/45-3, P51				
	-raudoituksen B500B				
2.2.5.	Reunapalkkien sivu- ja alapintojen ruiskubetonointi < 20mm sis. kaavaamisen ja hiertämisen	m2	71	120	8520
2.2.6.	Poikki- ja pääkannattajapalkkien ruiskubetonointi < 35 mm	m2	225	120	27000
2.2.7.	Kansilaatan alapinnan (palkkien välistä) ruiskubetonointi, 25 mm	m2	108	120	12960
2.2.8.	Laadunvarmistus, koelaatta ruiskubetonoinnista	kpl	2	250	500
2.2.9.	Laadunvarmistus, koelieriö injektoinnista	kpl	3	150	450
2.2.10.	Laadunvarmistus, vetokoe kannen yläpinnasta	kpl	5	150	750
2.2.11.	Laadunvarmistus, vetokoe ruiskubetonoidusta rakenteesta	kpl	3	150	450
2.2.12.	Laadunvarmistus, vetokoe ruiskubetonoidusta rakenteesta	kpl	5	150	750
					121625

2.3.	Pintarakenteet				
2.3.1.	Eristystyöt				
	Kumibitumiliuossively kannen yläpintaan eristuksen alle	m2	508	12	6096
	Kaksinkertainen kermieristys	m2	508	35	17780
	Suojabetoni (teräskuitubetoni) 50 mm	m3	24	706	16944
	Kumibitumiliuossively KBL 20/100 päällysteen alapuoliseen pintaan	m2	484	12	5808
	Reunapalkin sisänpintaan 2-kertainen kumibitumisively KB 100 a' 1,5 kg/m2	m2	35	20	700
2.3.2.	Kannen päällysteet				
	-ajoradalla				
	*AB 16/120, 50 mm	m2	242	20	4840
	*AB 11/70, 30 mm	m2	242	17	4114
	-Kevyen liikenteen kaistoilla				
	*AB 16/120, 50 mm	m2	242	20	4840
	*Kevytsoorabetoni C12/15, 100 ... 130 mm	m2	242	25	6050
2.3.3.	Reunakivet, sis. Asennuksen	jm	81	25	2025
2.3.4.	Päällysteen ja reunapalkin välinen saumas, plastisella saumamassalla	jm	81	23	1863
2.3.5.	Päällysteen ja reunakiven välinen sauma, plastisella saumamassalla	jm	162	23	3726
2.3.6.	Laadunvarmistus, aluskermin tartuntavetokoe	kpl	3	150	450
					75236

2.4.	Varusteet ja laitteet				
2.4.1.	Päällysteen elastiset saumat sillon päissä b=20mm	jm	24	40	960
2.4.2.	Kaiteet, 2-putkijohteen asennus nykyisiin kaiteisiin	jm	196	40	7840
2.4.3.	Kaiteet, törmäysvaurioiden korjaaminen ja sinkitys	kpl	1	300	300
2.4.4.	Vedenjohtolaitteet	m3	24	706	16944
	-Tippuputket: reikien poraus, asennus, bitumoituu kiviaines	kpl	18	100	1800
	-Reunasalaojan teko	jm	81	40	3240
					14140

3	TYÖT SILTAPAIKALLA				
3.1.	Täyttötyöt sillain päissä				
	-Routimaton täyttö	m3	18	28	504
3.2.	Keilojen kiviverhousten kunnostus	m2	20	80	1600
3.3.	Päällysteen jyrshintä ja uudelleen päällystys tulopenkereillä	m2	256	50	12800
3.4.	Ajoratamerkinnot, maali				
	-sulkuviiva	m2	6	25	150
3.6.	Siltapaikan siistiminen	kpl	1	1000	1000
					16054

RAKENNUSKUSTANNUKSET €	340415	
YHTEISKUSTANNUKSET € (25% rakennuskuluista)	85104	
<u>SILLAN KUSTANNUKSET</u>	<u>425519</u>	(ALV 0%)
SILLAN KUSTANNUKSET IL- MAN MUOTOILUVALUA €	<u>364831</u>	(ALV 0%)

Liite 5. Ratatyön suojaulottuma (RSU)

Liite 6. Siltaa kohdistuvat rasitukset



Kuva 56. Esimerkki sillan eri osiin kohdistuvista rasituksista.

- o Maatuki 1 ja maatuki 2 yli 6 metriä alittavasta tiestä
- o Välituki 1 vedessä välillä NW-1 m ... HW +1 m ja välituki 4 yli 6 metriä alittavasta tiestä
- o Välituki 2 ja välituki 3 alle 6 metriä alittavasta tiestä
- o Reunapalkki ja kansilaatan ulkokyljet alle 6 metriä tiestä
- o Sillan ylittävän ja alittavan tien suolausvaihtoehdot on esitetty taulukossa.
 Suolattu = tiellä käytetään säännöllisesti suolaa talvihoidossa ja keskivuorokausiliikenne on yli 1500 ajoneuvoa, rasitusluokkaryhmä R1
 Ei suolattu = tiellä ei käytetä suolaa, rasitusluokkaryhmä R4
- o x = Suoja-ainekäsittely tai valu muottikangasta vasten tai elementtirakenne K70, P50
- o xx = Suoja-ainekäsittely tai valu muottikangasta vasten tai kuorirakenne
- o xxx = Suojaverhous tai K45, P70

Kuvassa 56 esitettyjen siltarakenteiden rasitusluokkaryhmiä ja suojauksia, kun sillan ylittävää ja alittavaa tietä joko suolataan tai ei suolata

ylittävän / alittavan tien suolaus	Maatuet 1 ja 2	Välituki 1	Välituet 2 ja 3	Välituki 4	Kansilaatan ulkokyljet	Reunapalkki
suolattu / ei suolattu	Ro10, R1	Ro14, R4, xxx	Ro10, R4	Ro10, R4	Ro20, R1	Ro22, R1, xx
suolattu / suolattu	Ro10, R1	Ro14, R4, xxx	Ro11, R1, xx	Ro10, R4	Ro21, R1, x	Ro22, R1, xx
ei suolattu / suolattu	Ro10, R4	Ro14, R4, xxx	Ro11, R1, xx	Ro10, R4	Ro21, R1, x	Ro22, R1, xx
ei suolattu / ei suolattu	Ro10, R4	Ro14, R4, xxx	Ro10, R4	Ro10, R4	Ro20, R4	Ro22, R4